雙月刊

核能簡訊

NUCLEAR NEWSLETTER

NO. 161
2016 AUGUST

英國脫歐的紅色警戒



核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.161 雙月刊

AUGUST 中華民國一〇五年八月號

封面故事

熱門話題

專題報導

核災應變問與答

原子能小故事

健康快遞

核能脈動

核能新聞

出版單位：財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一〇一號研發大樓 208 室
電　　話：（03）571-1808
傳　　真：（03）572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、李清山、汪曉康、陳布燦、陳條宗、劉仁賢、謝牧謙、簡福添（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
文　　編：鍾玉娟、翁明琪、林庭安
執　　編：羅德禎
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段 166 號 6 樓
電　　話：02-2500-1175
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠
行政院原子能委員會敬贈　廣告
台灣電力公司核能後端營運處敬贈　廣告

編者的話

2011 年日本大海嘯引發的福島事故，加深了一般民眾對核能的恐懼；但相對的，也讓各國的核電廠警醒，重新全面檢視各個環節的安全，以及相關的安全規範是否充足。台灣的核能並不受到重視，執政黨規劃 2025 年將全面廢核；即便如此，只要核電廠繼續運作，台電公司仍兢兢業業的維護著機組安全運轉，守護民眾的身家安全。於是，核電廠「斷然處置措施」為此因應而生。

2012 年 7 月，日本國會完成福島事故真相調查報告，結論認為事件主要原因是「人禍」。因當時日本政府與東電公司未能即時採取決策，將海水灌入爐心冷卻核燃料，以致釀成核災。因此，台電集結核電專家，制定「斷然處置措施」，建立超過設計基準事故下，核電廠完整的防護體系，確保不會重蹈福島事件的覆轍；當危機發生時，為了保障民眾健康與安全，在必要時斷然執行「寧可放棄電廠」的行動。

為了確認「斷然處置措施」的有效性，除了不斷的驗證、演練、討論、分析，且與國外專業人員多次的交流、修改而制訂之外，還在國際會議、期刊中發表，終獲國際組織的認可與接受。這不僅是台灣核能界的重大突破，對全球核能安全也是一大助益。

世界衛生組織（WHO）於 2013 年 2 月發布福島事故民眾健康風險評估報告的重要結論：沒有民眾出現確定性健康效應，更沒有民眾因輻射因素而死亡，遺傳畸形與嬰兒死亡風險不會增加，絕大部分地區民眾的罹癌風險也不會增加。在「放射線科醫師看福島核災：要人命的是恐懼不是輻射」一文呼應了前述的報告結果。如文內醫師所言，人們因輻射難以捉摸的特性，及對輻射傷害與安全度的無知或一知半解，而產生莫名的恐懼。真正威脅人類生命的，不是輻射造成的生理病痛，而是恐懼帶來的心理傷害。

人都有恐懼，面對恐懼若以不聽、不看、不聞、不問的態度對待，恐懼並不會消失，但卻會因為無知而加深。學習理性看待實際數據與研究統計結果，參考歷史經驗找出事實的真相，試著學習與瞭解真實事件帶來的教訓，理性的判斷與抉擇，這才是人生的學習啊。

英國脫歐後的紅色警戒

文・編輯室



在英國脫歐（Brexit）的歷史性公投通過之後，全球各界無不擔憂為下一個世代所帶來的變數，除了眾所關切的金融市場崩潰的問題之外，對於環境的維護與能源的使用都造成不小的衝擊。

環境保護面臨威脅

英國脫歐之後環境保護方面可能造成的影響包括：污染、野生動物保育、農業養殖、綠色能源、氣候變遷等，還有更多目前看不到的問題。一旦沒有了歐盟高規格的管制標準，英國脫歐將會因為管理規範較鬆弛，而使許多環境狀態面臨威脅。主要影響內容如下：

1. 取消對發電廠污染的限制。每年全球約有 40 萬民眾因為空氣污染而提早死亡，其中英國占 4 萬人。歐盟於 2010 年為降低空氣污染而設立排放限制，然而力推脫歐的現任英國獨立黨主席法拉吉（Nigel Farage）不認為氣候變遷是個問題，還設法撤除發電廠污染限制。
2. 沙灘清理問題。歐盟以法規強制要求英國清理沙灘，必須管理污水等廢棄物，以保護自然生態與野生動物等。約有 66%的民眾認為，脫歐後將會降低對野生動物及棲息地的保護水準，僅 30%的人認為會因此

改善。

3. 資源回收與廢棄物清理的改革。歐盟原先所推廣的資源回收與廢棄物清理的改革計畫，有 2/3 的民眾認為脫歐後將會往相反方向發展，30%的民眾認為會維持現狀，僅有 4%的民眾認為將會改善。

其他諸如農業問題等，皆可能在英國脫歐後產生重大變化。環保組織的領導人對英國脫歐之後的環境保護狀況表示擔憂。看來，只有英國獨立黨主席法拉吉抱持著樂觀的態度。

氣候變遷懷疑論者當道

無論是在國際舞台上，或是在英國國內，歐盟的集體意志一直都非常重視氣候變遷的議題。於布魯塞爾通過的英國再生能源目標，在離開歐盟之後勢必會被打入冷宮。

儘管這些鼓動脫歐的政客現在回過頭來支持清潔能源，英國政府也很強勢的將大量削減碳排放量納入法規，氣候變遷懷疑論者卻大行其道，位居政府要職。



對巴黎氣候協議的承諾怎麼辦？

脫歐公投的結果，使得英國在巴黎氣候協議所扮演的領導者角色，未來可能產生變數。其他不確定性也包括：聯合國原希望各國，包含歐盟對其成員國的期望在內，加快在各自國內立法與追認巴黎氣候協議的腳步，將會變得更加遲緩，而美國國內右翼領導者如總統候選人川普等，更有理由不支持這個協議。英國前首相卡麥隆閃電辭職後，是否能完成國內認可協議的程序？在公投通過不久就要立即進行這樣的動作，勢必引起贊同脫歐者的強烈反彈。

脫歐之後的英國，必須重新檢視是否要繼續遵行巴黎氣候協議的減碳承諾，其基本原則仍要回歸英國的「氣候變遷法」。對於減碳的長期目標，以及訂定每 5 年減碳預算的法定內容，政府還是必須遵循。如果連這個法案內容都不想遵守，儘管是脫歐派內多數人的傾向，仍必須尋求國會同意撤銷或刪改該法案；然而短期間內應不致於發生這種情況，因為目前的英國國會仍難獲得廣泛的支持。

英國的環境專家呼籲：即使脫歐，英國仍須保持在氣候變遷議題上的領導地位，因此期盼國內還是要儘快通過巴黎氣候協議認可的立法程序。但是他們也擔心下列因素帶來的負面影響：

脫歐派反氣候變遷的訊息向外擴散、川普在此時訪問英國對脫歐公投結果的歡迎態度，以及英國右翼團體希望進一步分裂歐盟，破壞歐盟氣候協議的合作等，所帶來的衝擊將會進一步激勵全球的氣候變遷懷疑論者。不團結的歐盟，對氣候協議的支持行動將嚴重限縮。環境專家認為，支持綠色環境的陣營應立即要求英國政府以及卡麥隆首相

的繼任者梅伊（Theresa May），無論如何，都要維持對巴黎氣候協議的承諾，並儘快加速通過國內批准的法治程序，以實踐具有法律約束力的減碳承諾。

英國可能增加核電的使用

英國脫歐之後，為了增進能源彈性，以及更有效率地達到碳排減量的目標，因此可能增加使用核能的規劃。

身為一個島國，英國的氣候變遷懷疑論者人數雖然不多，但是質疑不穩定的風力、太陽能是否真能取代化石能源的聲浪，仍持續不斷。

英國將能繼續維持新的碳稅和無效的「歐盟排放交易計畫（ETS）」，且不再受限於歐盟的再生能源標準，而建立一個更全面的清潔能源的標準，更積極的擴大潛在解決方案的範圍，考量其他低碳能源選項，包括使用核能來達成目標。

除此之外，英國也可自工資較低的國家雇用更多短期契約人力資源，增加工程、電子及製造業的人力，可能有助於避免那些發生在法國、芬蘭興建新型歐洲壓水式反應爐時曾遭遇的困難。脫歐反倒成了好事。

培訓與核電建設相關的工作人員，其程序與文件的要求都極為複雜，可說是非常有挑戰性的任務。如果有語言方面的障礙，將造成計畫管理上很大的困擾。

英國在這方面就很幸運，他們的工程師、管理者與員工，先天上就有英語語文的優勢。核電建設工作人員早期大部分來自澳洲，可能就是這個原因；現在核能「被視為未來的低碳能源，對國家減碳目標有益」的概念下，英國人就可以自己在家裡開發所需要的專業技能。

英國採取強有力的計畫管理、出色的培訓課程、堅持統一的標準，以及多黨政治體系的支持，向世人展示了通往核能的成功道路，核能的成本也將隨之下降。在數個不同類型的製造與興建核電計畫上，英國重複使用相同的模具、設計、排程，使得成本更低。

由於核能成本的降低，其他歐洲國家的干擾雜音也隨之變少。官僚體系的建議取代了立法規定，對於規模較小的電力系統有利，同時也對歐洲有利，對氣候變遷有利，也對人類的繁榮有利；不過，可能對俄羅斯和伊朗不利。

專欄作家亞當斯（Rod Adams）建議，英國最好能取消在欣克利（Hinkley）與賽斯威爾（Sizewell）的歐洲壓水式反應爐計畫，將重點放在 ATMEA，AP1000，APR1400 或者華龍 1 號這類更小型、設計更簡單的機組上。這對法國電力公司（EDF）來說可能很難決定，因為他們已經投入鉅資在這些難以完成的歐洲壓水式反應爐上了。

參考資料：

1. 2016/06/24, Damian Carrington's blog, the guardian, https://www.theguardian.com/environment/damian-carrington-blog/2016/jun/24/uks-out-vote-is-a-red-alert-for-the-environment
2. 2016/06/25, Fiona Harvey, the guardian, https://www.theguardian.com/environment/2016/jun/25/eu-out-vote-puts-uk-commitment-to-paris-climate-agreement-in-doubt?CMP=share_btn_link
3. 2016/06/24, Rod Adams, Forbes, http://www.forbes.com/sites/rodadams/2016/06/24/brexit-will-boost-nuclear-energy-in-uk-and-eventually-in-eu/#365f7b092f27

再生能源電價太貴
德國有 30 萬戶用不起電

文・程義方



▲太陽能也是再生能源的來源之一。

日前媒體報導在2016年5月8日的下午，德國約有9成的電力消耗來自再生能源，這是相當令人驚訝的數字。而這也在台灣形成「一個德國，各自表述」的情況。有人說這表示德國的廢核之路很順利，全面廢核的日子不遠了，也有人說德國的再生能源不穩定，有時要跟法國買核電。這時又有人說，德國是淨電力出口國，電費很便宜，甚至到達負電價。相反地，有人卻說德國有數十萬戶用不起電。真相到底是什麼呢？

這篇文章將以牛肉麵來解釋，為什麼德國同時缺電、需要買電，又可以賣電給別人，以及低電價與高電價一同存在的奇特現象。

電力的調度具備一定難度，電如果太少就會跳電，但是電如果太多也會產生問題，可能會對變電站和發電機組產生危害。這就好比是經營一家牛肉麵店，如果煮得太慢，輕則影響供餐品質，嚴重則客人不滿，甚至導致歇業。但是如果一口氣煮了50碗牛肉麵，預計該來的客人沒來，這也是一大問題。

再生能源並不穩定，德國的風力發電偶爾會出現超過1千萬瓩（GW）的波動，若是電不夠用就得買電，也許是法國的核電，也許是別的國家。若是風太大發出過多的電，此時為了避免電網過載，德國就會開始「大甩賣」把過多的「牛肉麵」請鄰國吃掉。

而這會讓人多不舒服呢？試想一碗500元，本來要大排長龍的高級牛肉麵，老闆推出大胃王活動：「只要能一口氣吃完10碗，那麼只要付5碗的錢。」您願意去挑戰嗎？以我自己和大部分人來說，不會。於是老闆（德國）會繼續降價，一直到「免費」，甚至還額外提供3,000元獎金。

而德國在5月8日的情況就類似於大胃王挑戰賽，當日的批發電價一路跌至負130歐元/千度，只要你願意買這批「超划算」而且「完全環保」的綠電，幫德國的忙，不但完全免費，德國還會每1,000度電付你大約新台幣4,800元，因為這意味著你必須緊急將火力電廠降載，除了與電網解聯等等的費用之外，還會影響供電品質。

那麼，誰都能舉辦或參與這樣的挑戰賽嗎？答案是否定的，只有電網相連才做得到。如果這樣的情境發生在台灣，台灣就只能選擇一個人吃下這些「牛肉麵」，很可能導致電網崩潰。反觀德國有9個鄰國，是歐洲最多鄰國的國家，1個人和10個人完成大胃王挑戰賽，後者顯然輕鬆許多，而「好客」的德國也就常常舉辦這樣的比賽。

遺憾的是，比利時、捷克、波蘭等國已經受夠了這樣的比賽，開始裝設一個特殊開關，「拒吃」德國的超便宜牛肉麵。德國作為一個再生能源的先行者，這樣的經驗給我們一個很好的警惕，再生能源的裝置容量過高可能會產生這種供電不穩的問題。

這場大胃王比賽中，全部的人都是輸家。德國的電力公司必須承受很大的批發電價損失，而德國的民眾就必須付出高昂的電價來打平電力公司的損失，造成對外超低批發電價，但是民眾使用高電價的情況。而這也就是我們常聽到德國的電需要付高額再生能源附加費的原因之一。除此之外，鄰國也必須承受供電品質受影響與調度成本增加的問題。



▲風能是再生能源的選項之一。（圖片來源／維基百科）

最後，我想分享兩點看法。第一，台灣是獨立電網，電力的調度較德國困難許多，發展再生能源時必須考慮這點。第二，電力是民生必需品，相信大家不願意看到德國有30萬戶用不起電的情況在台灣發生，貿然大量增設再生能源導致電力成本上升（德國民生電價約台灣4倍），對民生的衝擊不容小覷，這都是我們在引用德國做為例子前，不能不先有的認識。

（本文作者為成功大學物理研究所學生）

原文刊載網址：

原文刊載網址：http://www.ettoday.net/news/20160514/697931.htm#ixzz4DW3afKXk

斷然處置措施 正式步入國際舞台

文‧王琅琛



▲ 核三廠 2 座 5 萬噸生水池，作為緊急水源之用

2011 年福島事故後，核能安全問題引起日本全國和世界各地的關注。福島事故的教訓是主控制室電廠操作人員未能及時處置，以阻斷事故的惡化，這也是影響事故發展的主要因素。因此，福島事故後台電公司立即創出「斷然處置措施」，主要目標是在發生類似事故後，主控制室電廠操作員據此迅速作出正確的決定，以避免反應爐爐心熔毀，可阻斷事故的惡化，保障電廠周邊民眾的安全。而這項斷然處置措施已經獲得世界各重要核能組織與國際期刊的肯定，正式在國際之間推廣。

福島事故發生之前，我國的核電廠早已在電廠高處各安裝了一部氣冷式氣渦輪發電機和氣冷式柴油發電機，供作緊急備用電源，以增加核能安全性。福島事故之後，原能會要求台電公司運轉中和興建中的核電廠必須進行全面性的安全評估，加強核能安全作業程序，並落實核電廠操作員執行作業程序訓練。

斷然處置措施是使沸水式反應爐或壓水式蒸汽產生器降壓、使用低壓消防車以及多種移動式水源設備注入廠用水或海水、使圍阻體通氣、將爐心的熱能由水轉換到大氣。所有救援設備準備必須在 1 小時內完成，以確保反應爐爐心的安全。

台電公司核安處為了驗證斷然處置程序指引（Ultimate Response Guidelines, URG）的有效性，特與核能資訊中心及核能研究所整體安全評估小組合作，利用安全分析程式驗證斷然處置程序指引的可行性及有效性。本分析結論歷經清華大學、核研所、台電公司等國內核能專業相關人員指引制訂、分析、演練、測試及人員設備的整編，並透過國際會議、經由國際核能專業人員多年指正後，已認同其主要策略具有堅實分析基礎。驗證過程及成果已發表於《Nuclear Engineering and Design》雜誌 253 期（2012）259 - 268 頁，及 2015 年 1 月發表於日本《Energy Review》雜誌；亦於 2014 年 3 月獲邀到大陸中廣核公司講解斷然處置措施。

台電核安處為了在國內推廣斷然處置程序指引，特地巡迴 4 個核電廠，與所有電廠值班（19 班）運轉員講解斷然處置程序指引的目的及內容，並說明斷然處置程序指引可有效阻斷福島事故惡化的物理意義及理論基礎；同時就操作實務與運轉員充分的交流，請運轉員提供操作的建議，視需要調整斷然處置程序指引的分析假設及內容，最後將可行的斷然處置程序指引方案提交台電公司各核電廠，定稿各廠的斷然處置程序指引。核安處也在清華大學、台北科技大學以及中華民國核能學會所主辦的研討會場合中，與國內外核能專家交換意見。

台電公司分別於 2014 年 2 月對沸水式反應爐業主組織（BWROG）的成員，及 2014 年 10 月對壓水式反應爐業主組織（PWROG）的成員正式介紹「斷然處置措施」，目前已獲得這兩個組織正式的回應。沸水式反應爐業主組織先後於 2014 年 3 月及 2016 年 5 月來函說明，已認可台電公司獨創的核電廠斷然處置措施，並正式採用。壓水式反應爐業主組織則於 2016 年 4 月來函表示，欣然贊同台電斷然處置措施是一個有效、創新、可因應福島式複合災害的策略。

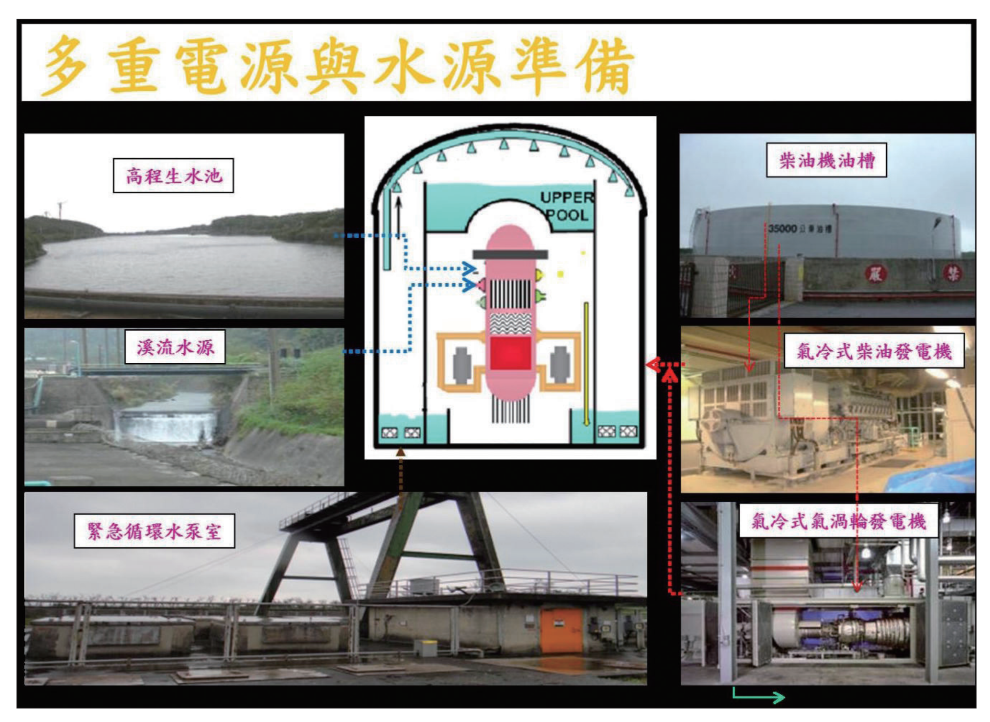
有關沸水式 / 壓水式核電廠業主組織是由全世界所有沸水式 / 壓水式核電廠以會員身份共同組成，其主要宗旨是共同開發並採用一切有助於核電廠的安全設備、程序與新產品，並確保其一致性、可靠性與有效性。

沸水式反應爐業主組織所設立的緊急程序委員會於 2014 年開始檢視台電公司斷然處置程序指引，委員會成員肯定斷然處置程序指引對於減緩事故目標的價值。另一方面，沸水式反應爐業主組織同時也藉由程式模擬驗證（用以評估運轉中電廠事件），證明使用斷然處置程序指引的效益。

此組織內的專家審查小組，特別對台電



▲ 核二廠排洪渠道水閘門



▲ 斷然處置措施備有多重緊急電源與水源，可阻斷事故惡化，確保反應爐爐心的安全

的「斷然處置措施」做了必要的審核，並公布審核結果。此組織不但通過、且肯定了台電的「斷然處置措施」，並做出決議推廣至世界其他同型核電廠。

壓水式反應爐業主組織與台電公司共同具名介紹此斷然處置措施，刊載於 2016 年 6 月國際期刊《Nuclear Engineering International》中的「福島事故後國際性的回響」，內容主要是關於世界各地核電廠對防範福島事故的改進與防範措施，其中有關台灣的部分摘錄如下：

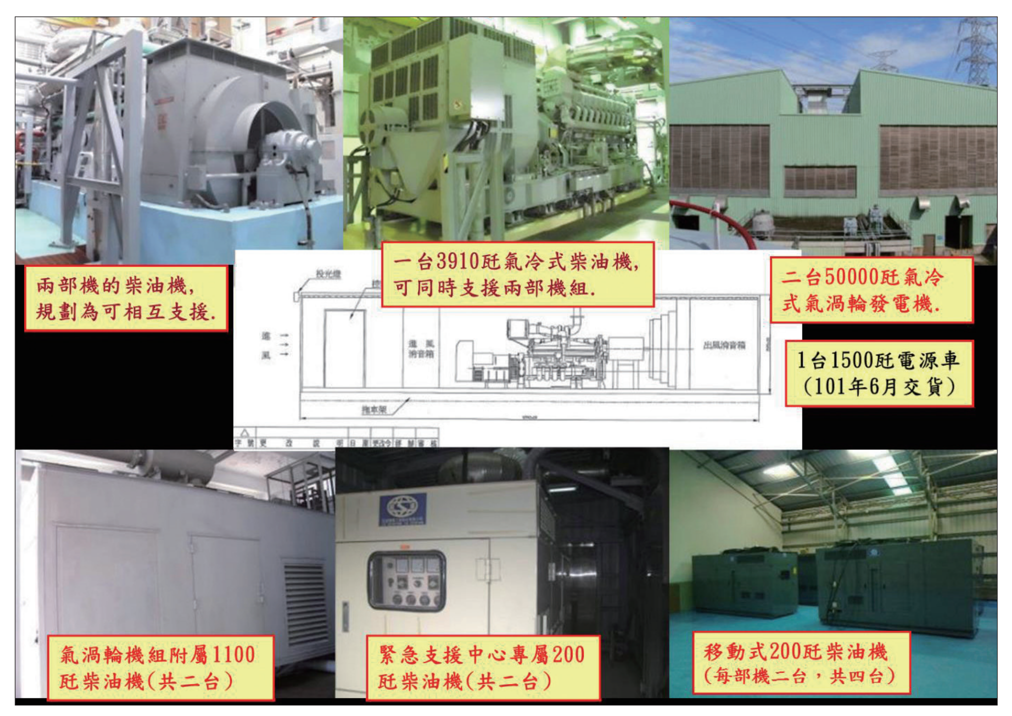
福島事故後國際性的回響

對於全球商用核能發電工業，2011 年 3 月的福島事故提供許多經驗教訓。隨著事故發生之後，世界各地的核能監管者和核電廠的運轉人員，已針對其電廠執行了系統性的安全評估。其評估結果促使核電廠的運轉人員必須進行各種安全加強措施，以增加因應機率非常低的外在事件的穩定性，擴展超出電廠現行持照基準喪失交流電源的復電能力，加強減緩嚴重事故的管理能力，以及加強其緊急應變的管理能力。

上述許多安全改進措施已獲得世界各地一致的認同和執行，例如，所有已使用可移動式設備供水和供電的國家，已進行審查其承諾並完成的安全改善措施，驗證其電廠安全設備的地震和淹水的現行持照基準，以及加強緊急應變計畫，以涵蓋多部機組同時發生的潛在事故。

在台灣，福島事故發生之前，所有的核電廠在高處均已安裝一部氣冷式氣渦輪發電機，和一部氣冷式可切換式柴油發電機，以供緊急備用電源，增進核能安全性。在福島事故之後，原能會要求台灣運轉中和興建中的核電廠必須進行全面性的安全評估，分兩個階段進行：

第一階段：執行安全評估，充分檢查和評估各種電廠設施，包括廠址選擇、設計基準事故、施工品質、維護、事故管理和緊



▲ 斷然處置措施中多重電源的設計

急應變計畫，以加強其預防和減緩事故的能力。

第二階段：使用歐盟「壓力測試」規範，執行各電廠的壓力測試，以驗證電廠設施的堅固性，以及確認其邊緣效應，或量化電廠安全狀況劣化的程度，或量化其隱藏的弱點。

結論

隨著福島事故的發展，世界各地的核能監管機關和反應爐操作員已做出重大的努力，以瞭解並納入這些核電廠安全改善的運轉經驗回饋案例。誠如本文主題所強調的方法，以執行預防和減緩的安全改善措施會因國家而異，方法可能有所不同，但顯然世界各地已做了很多的改進加強，已經顯著地提高了核電廠的安全防護能力，可以應變非常不可能的事故。

不僅是電廠的硬體設備，還必須落實個人因應緊急事故的應變訓練，以及緊急應變整備作業的加強。藉由強化超出設計基準事故的緊急應變整備作業與人員應變能力，以減輕大範圍的天然災害和潛在人為因素的影響，加強防護電廠安全。

核能安全是一個革新的過程，基於世界各地超過 400 個反應爐的運轉經驗，核能工業必須不斷的改進和學習。無論是可以避免的輕微事件，或是重大的複合性事件，例如福島事故，核能工業界必須每一天使用運轉經驗回饋，進一步加強核能安全。不斷提高安全性的努力可使得核能工業更加安全，如此亦可加強民眾的信心，這是非常重要的。而零碳能源的產出，亦是未來數十年內能源供應的重大貢獻。

台電公司的「斷然處置措施」己正式步入了國際舞台，受到世界核電專業的肯定，繼而推廣至世界同類型沸水式核電廠，這是一大突破。

（本文作者任職於台電公司核能安全處）

放射線科醫師看福島核災：要人命的是恐懼不是輻射

文・張文杰

2016 年 5 月 13 日台電公司舉辦「知輻惜福－福島真相」論壇，是為讓國人了解日本福島核災的影響，邀請了東京大學醫學部附屬醫院放射線科中川惠一醫師，以及國內兩位核子醫學專家—陽明大學生物醫學影像暨放射科劉仁賢教授與台北榮民總醫院核醫部黃文盛主任，共同探討福島事故輻射影響的真相，並思考輻射與人類生活的關係，期能傳達日本福島真實現況，消除社會大眾的疑慮。當天有許多關於日本福島核災的第一手消息與日本放射線醫學的資料，筆者在此與大家分享。

前言

東京大學醫學部的中川惠一醫師是放射線科的專家，在這領域的研究已經超過 30 年，目前他的團隊一共近 20 人，包含了放射線醫師、技師、醫學物理師、心理治療師等。中川醫師本來跟核能發電完全沒有關係、也不熟，是在福島核災後才接觸到這方

表 1. 食品中放射性銫濃度的管制值（單位：貝克 / 公斤）

	日本（2012.04~）	國際食品法典委員會（CODEX）	歐盟	美國	台灣
一般食品	100	1,000	600	1,200	100
乳品	50	1,000	600	1,200	50
嬰兒食品	50	1,000	370	1,200	50

※ 補充說明：
1.國際食品法典委員會採用曝露的劑量為每年不超過1毫西弗，假設全部食品中10%為污染區域。
2.臺灣原先是參考美國在車諾比核災後的食品標準設為370Bq/kg，但是美國在1988年修改到1200 Bq/kg，台灣卻沒跟進；福島核災發生後曾經想把一般食品比照歐盟標準設為600 Bq/kg，但因反核人士反對而作罷；最新進度是在2016年初把標準改成跟發生核災的日本一致。

面的相關議題。

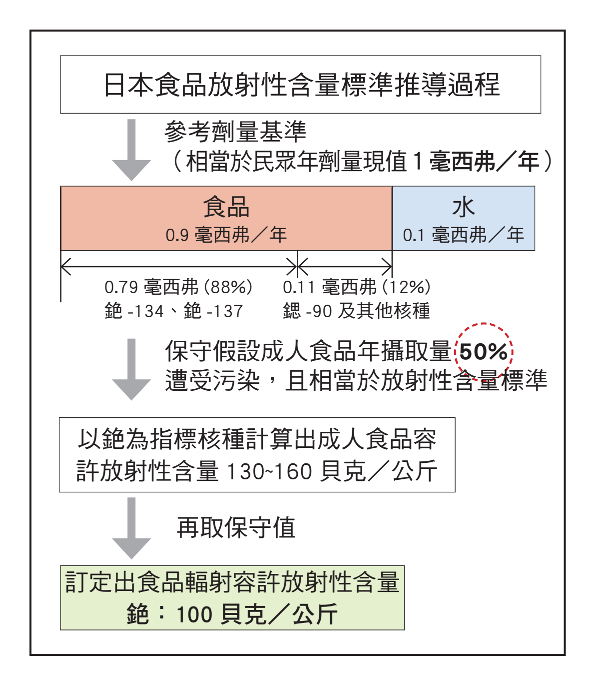
日本福島核災已發生 5 年，現在仍有近 10 萬名的福島縣民沒有回到原來的居所，福島縣的飯館村至今大部分區域仍是「限制居住區」，也就是村民白天可以回來，但不能過夜。而中川醫師每個月會去飯館村一次，了解飯館村民健康狀況並與村民們對談。

中川醫師：我只吃福島的米

經過研究後發現，飯館村民的輻射曝露劑量非常低，特別是體內曝露劑量幾乎是等於零。這是因為在福島核災後，日本政府採取了極度嚴格的食品管制標準，福島產的米和牛肉實施全量輻射檢查，食品中放射性銫濃度的管制值也改為全世界最嚴格的標準，如表 1 與圖 1；另外在農產品與畜牧業的除汙方面也花了很大的努力，如下頁圖 2 [1]。

福島縣產的稻米從 2012 年開始，實施世界首例的全袋檢查，每年對 1,000 萬袋以上的稻米實施檢查，超過標準值的數量在 2012 年有 71 件、2013 年有 28 件、2014 年有 2 件，但都沒有進入市場流通，在 2014 年超標 2 袋米是自家用米，商用米全部通過檢測。

所以中川醫師說「我只吃福島的米」，因為其他地方的檢查都沒有福島縣這麼嚴格。歐美的最新管制情況是，歐盟在今年 1 月放寬了福島縣的進口限制，變成所有的日本食品皆可進口到歐盟，也大幅縮小了需要出示輻射檢查證明書的地區及品目，如下頁圖 3；美國方面，只有牛奶和牛奶製品要出示第三方實驗室的分析報告，其他全以日本自己的出口管制措施為藍本，美國並未自行新增管制，如 14 頁圖 4，因為日本的管制



▲ 圖 1. 日本食品放射性含量推導過程（資料來源：輻防協會）

措施已經極為嚴格[1] [2]。

福島縣民體內曝露的劑量幾乎是零！

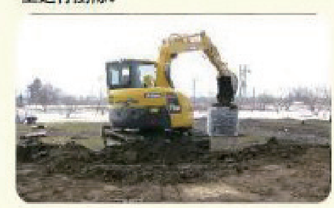
根據中川醫師提供的福島縣縣民健康管理調查資料顯示，福島縣民所受到的體內曝露的劑量幾乎是零，原因就是上述所說的實施了極為嚴格的食品限制。

另外在學術界享有盛譽的國際綜合性科學雜誌《自然（Nature）》，在 2015 年 2 月也發表了一篇日本福島食物的放射相關報導[3]，大意是說：除了蘑菇和野豬，現在福島食品的放射性已經恢復到事故前的水平；因為蘑菇較會吸收放射性物質，而野豬會去挖蘑菇來吃；在車諾比核災後，也觀察到蘑菇和野豬體內輻射劑量偏高的現象。

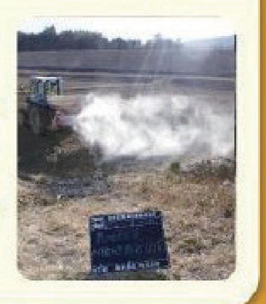
最後報導的結論寫到一位美國科羅拉多



















▲ 圖 2. 農產品與畜牧業的除汙對策（資料來源：福島縣政府）

州立大學的環境科學家，在 2014 年夏天跑去日本福島當地住了 6 周，期間只吃當地特產和飲用當地的自來水，並盡量從食物中累積最大限度的放射性元素量，6 周後經過掃描「沒有任何人造放射性被檢出」。另一位倫敦帝國學院的分子病理學家也說，因為日本處理食品放射性的危機很出色，所以這位環境科學家的經歷是預料中事，「跟他吃下當地食物相比，他坐飛機去日本所受到的輻射還比較多。」

福島縣民體外曝露的劑量在 3 毫西弗以內

根據中川醫師提供的福島縣縣民健康管理調查資料顯示，從 2011 至 2013 年年底為止，共調查福島第一核電廠周遭的 46 萬縣民，來自福島核災的體外曝露累積的劑量在 3 毫西弗以內的比例占 99.3%，其餘 0.7%

歐盟的食品進口限制

MAFF

- 2016年1月，放寬了福島縣的進口限制，大幅縮小了檢查證明書的對象地區及品目。
- 撤銷福島縣的蔬菜、水果（除了柿子以外）、畜產品、蕎麥、茶葉等檢查證明書的要求。
- 將青森縣及埼玉縣，從檢附檢查證明書的對象地區中取消。
- 撤銷6個縣（岩手、宮城、茨城、櫪木、群馬及千葉）的稻米、大豆等檢查證明書的要求。

品項\縣市	Fukushima	Iwate	Miyagi	Ibaraki	Tochigi	Gunma	Chiba	Akita	Yamagata	Nagano	Yamanashi	Niigata	Sizuoka	Aomori	Saitama	Others
米																
黃豆																
海產、水產品																
活魚、海帶、扇貝																
柿子																
水果																
蔬菜																
牛奶和奶製品																
肉類																
茶類																
喬麥粉																
蘑菇																
野生植物																
食物複合飼料																
其他																

：要求日本官方出具的檢查證明書
：要求產地證明書
：在歐盟進行樣品檢查

▲ 圖 3. 歐盟的食品進口限制

也大都在 15 毫西弗以內。

中川醫師更進一步指出，因為歐洲有許多地區的地質含有氡氣，所以許多國家天然輻射年曝露的劑量超過 3 毫西弗，如 15 頁圖 5，但沒有任何研究或數據顯示北歐各國居民的罹癌率比較高。根據國際輻射防護委員會（ICRP）的報告顯示，短時間或長時間累積到 100 毫西弗以下的劑量，在醫學上都不具有臨床意義，因為在統計上看不到顯著性。

日本醫療輻射曝露的劑量是世界第一

因為日本的全民健保便宜，所以日本人平均一年到醫院看診的次數是 13.4 次，這數字是美國的 3 倍多。日本人照射電腦斷層（CT）掃描的次數是世界第一，跟全世界的照射總次數相比，日本就占了全世界的 1/3，所以日本的醫療輻射曝露的劑量也是世界第一；日本每年的醫療輻射曝露劑量是 3.9 毫西弗，比福島縣民自核災 3 年來累積曝露的劑量還多！

廣島市民的平均壽命是日本最高

此時中川醫師在演講時問了一個很有趣的問題，要大家猜猜日本哪一個縣市居民的平均壽命最高？結果居然是曾遭受原爆的廣島市。中川醫師說就是因為原爆者每年可以接受一次免費的健檢，反而有助於壽命延長，所以一度成為日本平均壽命最高的縣市。

中川醫師強調，不論是來自天然、醫療或福島核災的低輻射劑量都不會增加罹癌率，大家不必聽到輻射就感到害怕。

美國的食品進口限制

MAFF

- 在日本國內，採取限制出貨措施的品目不會進入市場流通，更不會出口到海外。
- 美國在制度上，停止進口日本限制出貨的品目，日本解除出貨限制的品目將同時恢復進口。

項目\縣市	Fukushima	Ibaraki	Tochigi	Miyagi	Chiba	Iwate	Nagano	Gunma	Saitama	Yamanash	Shizuoka	Aomori	Yamagata	Niigata	Others
蘑菇															
野生植物															
蔬菜&水果															
牛奶&奶製品															
穀類															
水產品															
茶&茶製品															
肉類															
野味															
其他															



▲ 圖 4. 美國的食品進口限制

福島的甲狀腺癌患者並未因核災而增加

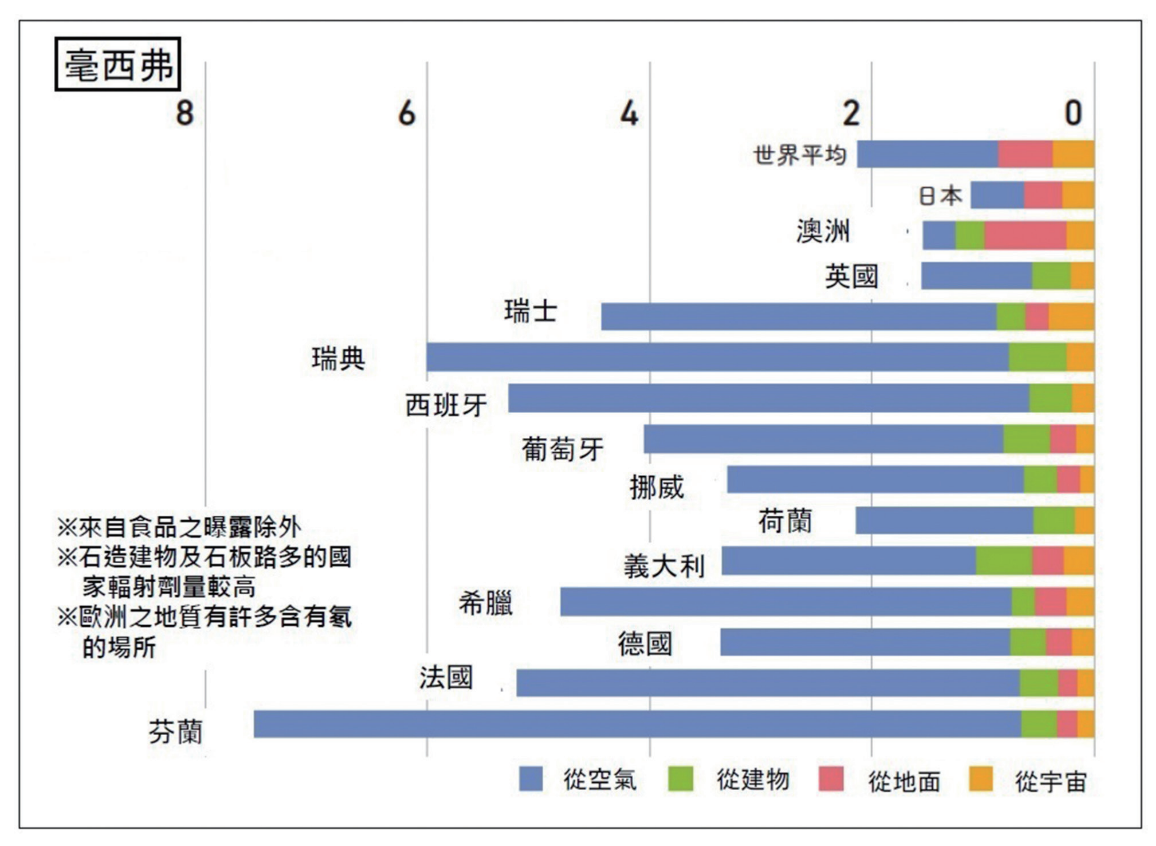
核災所釋放出的碘[131]會導致甲狀腺癌，兒童的甲狀腺癌也是車諾比事故中唯一確定的健康影響。根據國際原子能總署的報告，有 5%的學齡前兒童遭受到 5,000 毫西弗的甲狀腺曝露量，統計有約 6,800 兒童罹患甲狀腺癌，其中有 15 位死亡。所以福島核災後的甲狀腺癌情況一向是民眾與醫學界所關注的重點。

福島核災後檢測了數千名未滿 15 歲的兒童，99%所接受的劑量都沒超過 30 毫西弗，最高一位的劑量不超過 70 毫西弗，從接受到的輻射劑量可推測這些兒童未來不會因此得到甲狀腺癌，這跟車諾比的結果可謂天差地遠，這也要歸功於福島核災後極嚴格的食品管制。

另外，福島縣政府與福島醫學大學以 18 歲以下約 37 萬人為對象，進行縣民「甲狀腺檢查」的健康調查，將以前發現的甲狀腺癌細胞的基因變異加以解析，其結果與車諾比核災有明顯的不同，如表 2。詳細觀察甲狀腺癌細胞，也發現是在福島核災之前就已經產生的，並非在核災後發生。最後福島醫大與長崎大學的研究小組依據此次結果，表示「難以認為是福島核災之影響」的見解。

韓國的甲狀腺悲劇不可在福島重現

韓國的健保加入甲狀腺癌檢查後，韓國女性的甲狀腺癌患者比例就不斷快速地上升，已經成為韓國女性癌症發生人數的第



▲ 圖 5. 日本與歐洲各國的天然輻射曝露的劑量（資料來源：世界核能協會）

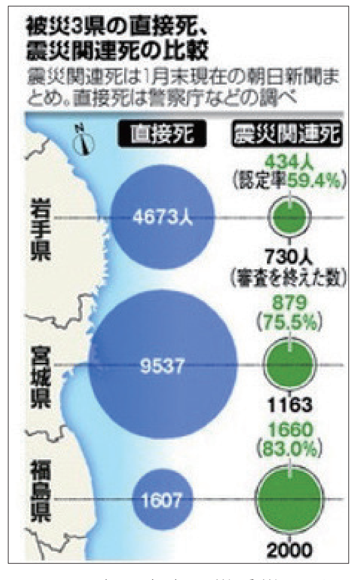
一名，而且比第二名乳癌的發生數高出近 2 倍。

甲狀腺癌發生人數第一名，這在世界各國都是很罕見的事情，因為癌症健檢的重點不是在「是否罹癌」，而是「會不會因罹癌有不良的影響」；也就是說癌症健檢的目的是為了降低癌症的致死率，不是為了找出並無生命危險或不良影響的細微癌症並治療。

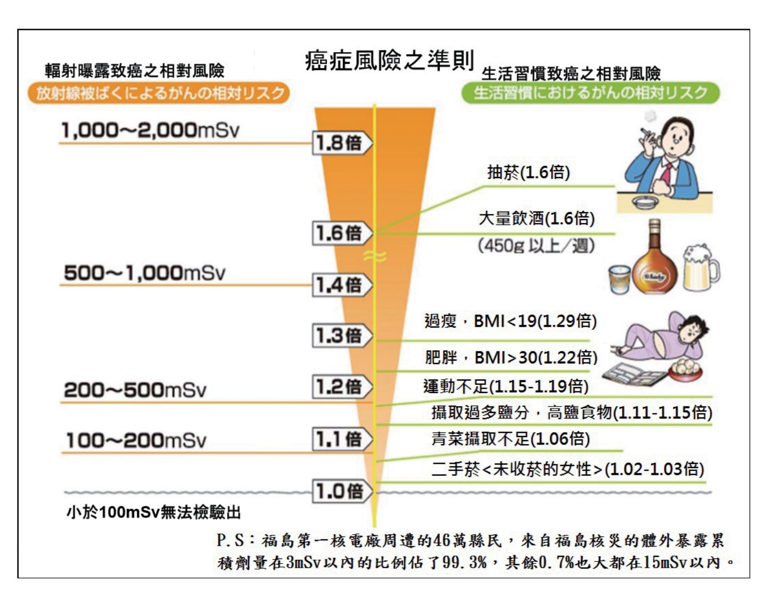
幾乎所有 60 歲以上的人都會得到輕微的甲狀腺癌，所以只要對甲狀腺做詳細的檢查，幾乎都會發現有結節、腫囊或癌細胞，但是實際上幾乎都沒有生命危險或不良影響，也就沒有接受治療的必要。

因為對韓國醫界來說，切除甲狀腺手術的風險極小，但是可領到健保補助，所以韓國女性在癌症健檢時大都會檢查甲狀腺，發現有甲狀腺癌就接受不必要的甲狀腺切除手術。韓國切除甲狀腺手術一度風行到光是排隊等候就要半年到一年的時間，造成醫療上的巨大浪費。而且一旦切除甲狀腺，人體就無法再製造甲狀腺荷爾蒙，接下來的歲月都得服用荷爾蒙。這現象嚴重到韓國在幾年前決定把甲狀腺癌從健保中剔除，才結束這場「悲劇」。

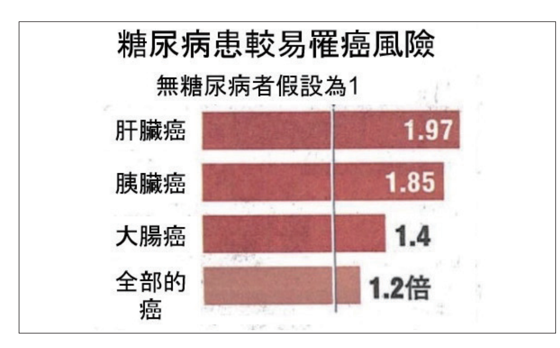
日本福島現在進行極為精細且大規模的甲狀腺癌檢查，所以一定會發現比以前高出許多的案例，但是不代表這些案例需要接受治療或手術，必須要聽從醫師專家的說明與建議，韓國的甲狀腺悲劇絕不可在福島重現。



▲ 圖 6. 東日本大震災受災 3 縣，因震災死亡與直接死亡人數比較（資料來源：日本朝日新聞，2014 年 3 月 7 日）



▲ 圖 8. 輻射曝露劑量與不良生活習慣致癌率的比較（資料來源：日本獨立行政法人國立癌症中心）



▲ 圖 7. 糖尿病患者跟無糖尿病者相比的罹癌率

跟輻射無關的疾病和癌症更需要注意

由日本朝日新聞調查得知，東日本大震災後，雖無人因輻射而死，但是因為肉體、精神性疲勞而死亡或自殺的「因震災死亡」，在岩手、宮城、福島受災 3 縣達 2,973 人，海嘯、地震引起的「直接死亡」達 15,817 人，如下頁圖 6。

其中避難者超過 13 萬人的福島縣「因震災死亡」人數最多，達 1,660 人，比海嘯、地震引起「直接死亡」的 1,607 人還多，兩者比例也遠大於宮城和岩手縣。這件事顯示不該只注目在輻射對人體的影響，避難者的心理與生理健康狀況也是很重要的課題。

中川醫師以飯館村民約 1,000 名為對象做健康檢查，發現由於避難生活習慣的惡化而導致糖尿病、高血壓、肝功能障礙、脂質代謝異常等有明顯的增加。根據日本糖尿病學會和日本癌學會的研究顯示，糖尿病患者的罹癌率為一般人的 1.2 倍，如圖 7。預防糖尿病和癌症最重要的是飲食均衡、多運動、戒菸與少喝酒，也就是日本福島核災的避難者「為了逃避輻射引起的癌症而避難，反而增加其他癌症的罹患率。」

另外，根據日本獨立行政法人國立癌症中心的資料，如圖 8，不良的生活習慣會導致罹癌率增加，其風險跟輻射曝露的劑量相比等於接受到 100-2,000 毫西弗的輻射劑

表 2. 車諾比核災與福島核災的甲狀腺癌患者的差異		
	車諾比核災	福島核災
年齡	0~5 歲	18 歲以下
甲狀腺癌細胞產生的時間	產生於核災後 5 年	核災後不久就「發現」，為核災前產生
男女比例	1：1	3：7 （與自然發生相同）
癌細胞的基因變異	與成人型不同	與成人型相同

量，但是福島縣民並沒有人接受到這麼高的劑量，因此輻射對人體的影響有必要與其他疾病和癌症相比較後，再做出該如何撤離的決定。

結論：因「恐懼」輻射造成的影響比輻射本身的影響還大

參與這次論壇的劉仁賢教授表示，人們因輻射難以捉摸的特性以及對輻射傷害與安全度的無知或一知半解，而產生對輻射莫名的恐懼。

大多數人怕鬼，但也大多沒見過鬼，各種對鬼的描述、人鬼之間愛恨情仇的傳說，造成人們心理的恐懼，懼怕鬼與排斥鬼的心態因應而生；人們對輻射的懼怕與排斥也是類似的道理。

劉教授從事輻射醫療也跟中川醫師一樣超過 30 年，對於輻射安全以及醫療的立場完全基於科學證據，很遺憾見到台灣社會大眾談到輻射就像見到鬼一樣，專家意見被置於一旁，我們應該多學習中川醫師將輻射知識簡化並教育給社會大眾的精神。

最後中川醫師再次強調，避難者因福島核災所接受的「額外」輻射劑量只有 3 毫西弗，低於許多國家的天然輻射年劑量，也低於日本醫療輻射年劑量，所以不可能會增加罹癌率，也不用因此感到恐懼。

但是長達 5 年的避難生活與風評被害使得生活習慣惡化，導致糖尿病、憂鬱病等疾病增加，可謂是因「恐懼」輻射造成的影響比輻射本身的影響還大，所以必須加強社會大眾對於輻射的正確觀念與安全認知。

（本文作者為清華大學工程與系統科學系研究助理）

參考資料：

[1] 日本食品的安全性 - 日本交流協會台北事務所。https://www.koryu.or.jp/taipei-tw/ez3_contents.nsf/Top/1B652D089EFACF8C49257F870025A56F?OpenDocument
[2] 311 日本核事故五週年：你敢吃來自福島的食品嗎？ - 端傳媒 https://theinitium.com/article/20160311-international-japanfood/
[3] Fukushima data show rise and fall in food radioactivity - NATURE http://www.nature.com/news/fukushima-data-show-rise-and-fall-in-food-radioactivity-1.17016?WT.mc_id=TWT_NatureNews
[4] 日本獨立行政法人 國立癌症中心 http://www.ncc.go.jp/jp/shinsai/pdf/20110622_slide_03.pdf

日本高浜電廠 1、2 號機 獲准延長運轉期限至 60 年

文・編輯室



▲日本高浜核電廠 1、2 號機是福島事故後，首先獲准延役的 2 座高齡機組（圖：核能資訊中心）

6 月 20 日，日本原子力規制委員會開會通過，關西電力公司的高浜核電廠 1、2 號機的運轉期限自 40 年延長為 60 年，相關行政作業也於 7 月 7 日完成。

依照原子力規制委員會在福島事故後建立的新管制基準，核電廠為期 40 年的運轉期限，可以申請延長期限一次，最多可延長 20 年。

高浜核電廠這 2 座機組是日本運用這項管制規定的第一個申請案，1 號機的 40 年期限在 2014 年 11 月到期，2 號機則至 2015 年 11 月。

關西電力公司分別於 2015 年 3 月及 4 月，向原子力規制委員會送交延長 20 年運

轉期限的安全檢查申請書。2016 年 4 月關西電力公司收到這 2 座機組的基本設計許可，隨即按照法律規定繼續進行多項特殊檢查。

原子力規制委員會認為，高浜電廠 1、2 號機組目前狀況合格，待實施「安全對策」後可以延長運轉 20 年。目前，2 座機組處於檢修停機狀態，預計在進行強化抗震改造後，將於 2020 年重啟。

高浜電廠位於日本福井縣，1、2 號機組都是 82.6 萬瓩的壓水式反應爐，分別於 1974 年底和 1975 年底啟用。此次獲得延長運轉許可後，2 座機組將可分別運轉至 2034 年底和 2035 年底。

今年 4 月，高濱 1、2 號機通過重新啟動的審查程序，原子力規制委員會確認這 2 座機組符合新的安全法規，它們也是日本目前被認定符合新安全標準 7 座最高齡機組中的 2 座。

日本原子力產業發展協會（JAIF）理事長高橋昭夫（Akio Takahashi）表示，這是日本首次核准超過 40 年機組的延役申請案，意義重大。

高橋認為，日本預計 2030 年時，核電占比將達 20% -22%。為達成此目標，不僅需要將現有機組重新啟動，連達到 40 年運轉期限的機組也必須延役。本案能獲得核准，將會激勵其他機組奮力跟進。



▶高浜電廠（圖：核能資訊中心）

就如關西電力公司另一個電廠的美浜 3 號機，延役的申請作業也正在審查中，今年 11 月 30 日是核准大限，希望也能像高浜 1、2 號機一般順利。

參考資料：

1.2016/06/22, JAIF
http://www.jaif.or.jp/en/nra-approves-extensions-of-operating-periods-to-60-years-for-takahama-1-and-2-the-first-for-aging-reactors/

2.2016-06-22, 財經網
http://realtime.xmuenergy.com/newsdetail.aspx?newsid=115217

3.2016/06/20, WNN News
http://www.world-nuclear-news.org/RS-Takahama-units-cleared-for-extended-operation-2006165.html

日本能源的下一步

文‧編輯室

世局的變化如驚濤駭浪般來臨，再度俯瞰世界的能源情境，本文將討論能源相關領域的全球狀況和社會情勢。

世界人口和日本社會的構成

世界人口目前已超過 70 億，2015 年達 73 億人。各國之間人口的變化均有差異，無法單純的說明原因。美國和歐洲的人口因有移民流入而增加，日本和中國則是因出生率下降而逐漸減少。

目前日本人口約是 1.27 億，2009 年從尖峰值轉而下降。但是，能源的消費量卻沒有因此而減少。在日本現有的人口結構中，高齡人口占有很大的比例，因出生率降低，青年人口逐漸減少。估計到 2050 年時，包括女性在內的勞動人口大概僅會占全部人口的一半，在這種情況下將會消耗更大量的能源來代替人力，能源消費量只會越來越高。

環境變遷的應對方法

世界人口逐年上升，也伴隨著能源消費的逐漸增加。將目前一次性能源的消費量換算為石油的話，每年消費約 130 億噸，但溫室氣體的排放也會因此暴增，每年排放的二氧化碳將高達 300 億噸。

以上溫室氣體的排放，對我們的社會會發生何種的影響，尚無法明確瞭解。但是，大氣中二氧化碳的濃度原本一直維持在 280ppm，至今已上升至 390ppm，導致大氣溫度約上升 1° C。

如果如此持續下去，預計今後 100 年大氣溫度將逐漸上升至 6° C，而人們舒適的居住環境將成泡影。無論如何，最近的天氣狀況，已讓我們親身體會到氣候異常的事實。氣溫上升導致疾病蔓延範圍的擴大，位於人口密集區的傳染率將上升，因為氣候變遷而導致的死亡人數將增加至每年數十萬人。

去年在巴黎召開《聯合國氣候變化綱要公約（UNFCC）》第 21 屆締約大會（COP21），簽署《巴黎協議》，呼籲各國有效減少排放溫室氣體，並抑制地球大氣的平均氣溫增幅在 2 以下，以此來限制各國的碳排放量。而向來缺席此項會議的美國和中國，也派代表現身參與，由此可見其意義相當重大。細看《巴黎協議》的約束內容，單就日本來說，至 2030 年為止，排放量的削減要降至 2013 年的 26%。

能源與社會系統

處於地球暖化的時代，日本身為先進國家，要不要使用核能？如何做才好？這是一項重大課題。

能源資源有限是不變的事實，煤炭的蘊藏量預計還可用數百年，石油的蘊藏量則將逐漸枯竭，但由於頁岩油的開採成功，使得

石油和天然氣尚有些餘裕可供消費。

不過，依照最近地球暖化的數據顯示，全球溫室效應氣體的排放節節上升，多數的專家以及各國的政治領袖均體會到，核能是不可欠缺的能源。跨政府氣候變遷委員會（IPCC）和國際能源總署（IEA）考慮到氣候變遷的因素，大力提倡使用核能發電的優點，兩者均認為核能是代替化石燃料的最佳能源，IPCC 也表示現今最佳的選擇是新型的核電廠。

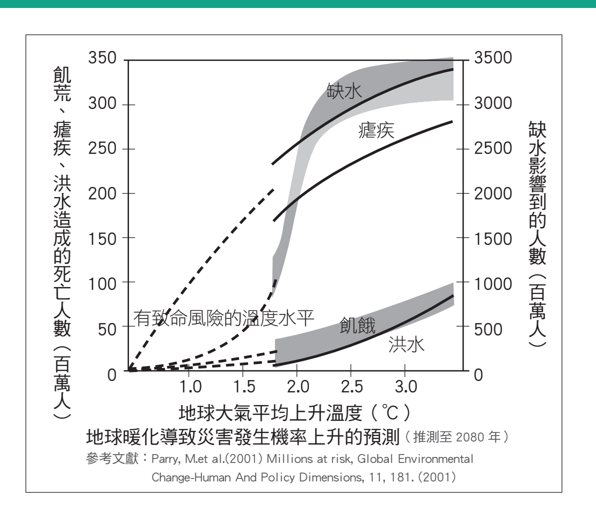
因先進國家的能源消費沒有下降，為了維持高水準的生活一再提高消費能源，若要維持經濟上的成長，以太陽能為主的再生能源有其困難存在。

通常生活水準和能源消費量成正比。文明社會始於機械化的應用，因邁向自動機械化和電腦系統不斷地在進步，使得生活水準也因此一再的提高。先進國家的高齡化和工業高度化，社會的活動以及生活的支援，都需要普及自動化和大量的機械服務，而這些全部都需要能源來支撐。因此，調整能源消費方式已是人類的重要議題。

能源的議題與核能

2011 年福島發生反應爐熔融事故，使得備受人們期待的核能發電，應用核分裂來產生能量的核工業，浮現了危險性。福島事故的起因是由人類無法控制的自然災害所引起，導致民眾發覺，原來核電廠會受到天災所影響，遂引起相關安全性的種種議論。

這種毀滅性的事故，導致許多先進國家在社會上普遍對核能發電產生質疑，核能的支持度因此大幅下降。放射性汙染環境對健康產生的危險性，以及核能帶給經濟上的效果有多大，均引起眾多的討論；尤其由福島事故所引起的放射性汙染對健康的影響，使



地球暖化導致災害發生機率上升的預測（推測至 2080 年）
參考文獻：Parry, M.et al.(2001) Millions at risk, Global Environmental Change-Human And Policy Dimensions, 11, 181. (2001)

人們意識到核電的危險性。

另一方面，就日本福島事故的經驗來看，因核災的侵襲導致多數的食品都受到影響。解除管制及受災區的管理，實行多種的措施，從中獲得了不少寶貴經驗，日本也因此徹底更新了測試核電廠的安全基準，並對日本全部核電廠做出全面性的測試檢查。對於停止運轉的核電廠要再重啟運轉前，必須符合最新的管制規定，實施嚴格詳細的安全檢查，和經過核電廠所在地民眾的支持及同意，才可重啟。

最適化

人類的生活環境中存有許多風險，日本雖然是東洋小國，應利用豐富的人才與過去的經驗，來應付這些風險和天然災害。現今在國際社會不允許有孤立國家的行動，各國對世界均有付出不同的貢獻，目前在環境上面對的困難需要各國互相提攜、設法解決，能源也是國際間必須一同解決的重大課題，並不是只有日本單獨需要面對，國際間應該共同解決才能達到最適化的目標。

參考資料：
宮野 廣，“日本のエネルギー次の一手”，Energy Review, May 2016: Vol. 36, No. 5, p.62-63.

龍門核電廠建廠管制報導

文 • 編輯室

5 月 6 日原能會函送注意改進事項——龍門計畫第 60 次定期視察「品質文件保存、倉儲管理及廠務管理（含防颱）」的審查意見，由於龍門電廠已依改善規劃完成低放射性廢料儲存庫品質文件儲存區的防火布鋪設及覆蓋作業，故同意本案的結案申請。

5 月 12 日原能會函送台電公司 2 件注意改進事項——龍門計畫第 62 次定期視察項目，針對定期視察期間對於「封存期間 1 號機設備運轉管理作業」及「龍門電廠封存期間 1 號機 P21/P25/P26 三個系統相關維護作業」的相關視察發現，要求台電公司改善。

5 月 12 日原能會同意「龍門核能發電廠終期安全分析報告 2015 年 B 版」備查，並提出尚未獲審查同意的待澄清事項。未來台電公司若再提送修訂報告，應釐清所有待澄清事項。

5 月 20 日原能會函送注意改進事項——封存品保方案業主品保（稽查）作業查證，由於台電公司僅就「LMPV-MTD-008 二號機封存器材裝卸與搬運管制作業」程序書涉及承包商部分進行檢討改善，未一併就亦有類似情形的 LMPV-PMD-023 二號機封存承包商文件審查程序書進行檢討改善，故要求台電公司改善；另針對封存期間無非破壞檢測管制相關程序書部分，由於台電公司未就如何進行管制作業提出說明，因此一併要求台電公司補充說明。

5 月 26 日書函送管制追蹤案編號 LM-0-10501、LM-0-10502，追蹤經濟部及台電公司辦理核四地質調查安全評估報告審查案後續辦理情形。

6 月 2 日於原能會召開第 7 屆核能四廠安全監督委員會第 7 次會議。

6 月 23 日原能會召開第 37 次龍門核管會議。

6 月 27 日至 7 月 1 日赴龍門工地實施龍門計畫第 63 次定期視察計畫，並邀請核四廠安全監督委員會委員隨同，瞭解原能會視察作業辦理情形。

龍門電廠 1 號機系統功能試驗報告，台電公司已正式提送 129 份報告，原能會已審查同意 103 份報告。

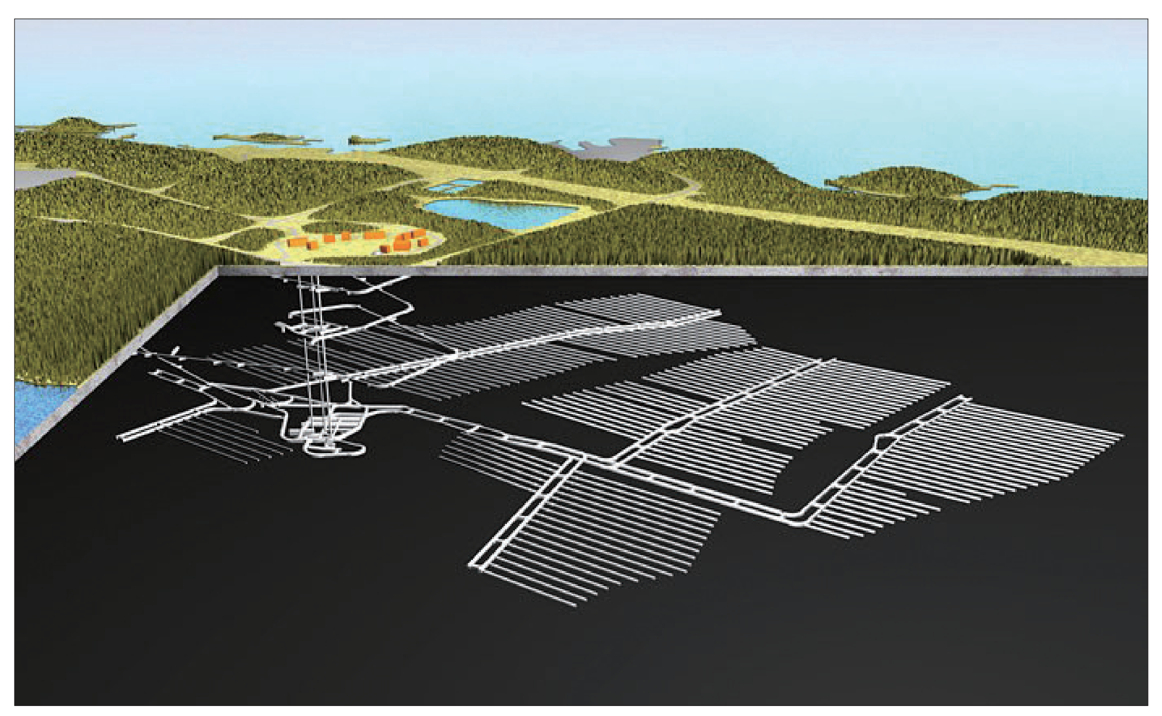
參考資料：

原子能委員會，龍門電廠每月管制紀要

http://www.aec.gov.tw/controlreport/build_m_control.html

芬蘭高放射性廢棄物最終處置設施深度報導

文・編輯室



▲芬蘭已開始世界首座高放深層地質處置場的建設工程（©Posiva Oy）

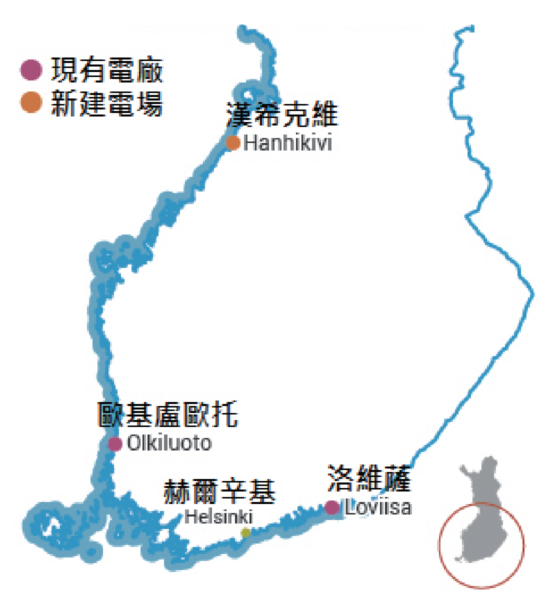
2012 年 12 月，芬蘭負責核能後端營運的專責機構——泊西瓦公司（Posiva Oy），向芬蘭勞動暨經濟部（MEE）提出高放射性廢棄物最終處置設施的建造執照申請。2015 年 2 月，芬蘭輻射暨核能安全管制局（STUK）在經過審查後正式發表聲明，認為該廢棄物最終處置設施的興建符合安全要求，成功獲得芬蘭核能管制機關的背書。而芬蘭政府亦在 9 個月後，核發全球首張深層地質處置場的建築執照，允許泊西瓦公司於芬蘭西南部的歐基盧歐托島（Olkiluoto），建造用過核燃料封裝廠與深層地質處置場，成為世界首座邁入建造階段的高放深層地質處置場。

芬蘭自 1970 年代後期、國內首座反應爐開始商轉時，就已開始為用過核燃料的最

終處置做準備，並於 1983 年首次完成最終處置的時程表，同時也確立用過核燃料管理的目標與規劃。

在 1994 年通過修改其《核子能源法規（Nuclear Energy Act）》後，由芬蘭所產生的用過核燃料及放射性廢棄物，均必須在芬蘭境內處理、貯存以及處置，生產者亦必須負擔所需的費用。因此，芬蘭自 1996 年開始即停止將境內核電廠所生產的用過核子燃料運送至俄羅斯進行再處理，取而代之的是將其暫存在電廠內的用過核燃料池內。

芬蘭目前擁有運轉中反應爐 4 座，總裝置容量約為 280 萬瓩，其中的洛維薩（Loviisa）1、2 號機組為沸水式反應爐（BWR），歐基盧歐托 1、2 號機組則為俄羅斯製造的壓水式反應爐（VVER），去（2015）年芬蘭的核電占比接近 3 成，另有歐基盧歐托 3 號建造中，漢希克維（Hanhikivi）1 號、歐基盧歐托 4 號計畫中等。



▲芬蘭核電廠分布現況

截至去年底，芬蘭這 4 座運轉中核電機組所產生的用過核燃料已有大約 2,000 噸，為了確保這些用過核燃料的放射性物質不會釋放至人類的生存環境，芬蘭將在地下深度約 400-450 公尺處興建深層地質處置場，永久貯存這些屬於高放射性廢棄物的用過核燃料。

處置場的選址

泊西瓦公司自 1983 年即開始找尋適合的場址地點，在芬蘭一百多個地方，透過大量的鑽孔採樣，展開了地質、水文、地球物理與化學等方面的勘查。在 1993 年鎖定 4 個候選場址後，泊西瓦公司隨即個別展開深入的研究、分析與測試。除了各種地質特性之外，處置設施建設的可行性、擴建的可能性、長期的安全性、當地居民的支持度、土地的利用與環境衝擊等，還有成本，都是泊西瓦公司納入選址考量的重要因素。

而各項研究、檢測結果顯示，4 個候選場址均符合最終處置場場址的條件，但其中位於埃烏拉約基（Eurajoki）鎮上的歐基盧歐托島，以及洛維薩的當地支持率較另外 2 座候選場址高；歐基盧歐托可設置的處置場大小又比洛維薩大出許多，且目前大部分的用過核子燃料就是集中在該地區的歐基盧歐托核電廠內，如果貯存地點選擇該處的話，運輸距離較存有較少量用過核燃料的洛維薩核電廠短出許多。

因此，泊西瓦公司於 1999 年以歐基盧歐托作為用過核燃料最終處置場場址，以及將採用瑞典「KBS-3 深層地質處置概念」來建造，向政府提出「決策原則（Decision on Principle，DiP）」的申請。基於芬蘭核能法規，在重要核能設施進入營運階段前，必須取得「決策原則」；而在原則決定通過前，

芬蘭放射性廢棄物貯存現況（截至 2015 年底）		
放射性廢棄物種類	廠址	貯存量
核電廠產生的用過核燃料	洛維薩核電廠	606 噸
	歐基盧歐托核電廠	1,432 噸
核電廠產生的中低放射性廢棄物	洛維薩核電廠	3,637 立方公尺
	歐基盧歐托核電廠	6,341 立方公尺
小產源所產生的廢棄物	中央貯存場	58 立方公尺

資料來源：核能署（OECD-NEA）

泊西瓦公司必須得到當地地方政府的同意，還需通過輻射及核能安全局初步的安全審查，才可開啟國會投票是否批准該項 DiP。

在獲得埃烏拉約基地方政府同意，以及輻射及核能安全局的審查通過後，政府於 2000 年 12 月同意頒布該項 DiP，國會亦在 2001 年 5 月，以 159:3 的表決結果通過，確立歐基盧歐托成為芬蘭高放最終處置場場址，允許泊西瓦公司在該處建造用過核燃料地表封裝廠與深層地質處置場。



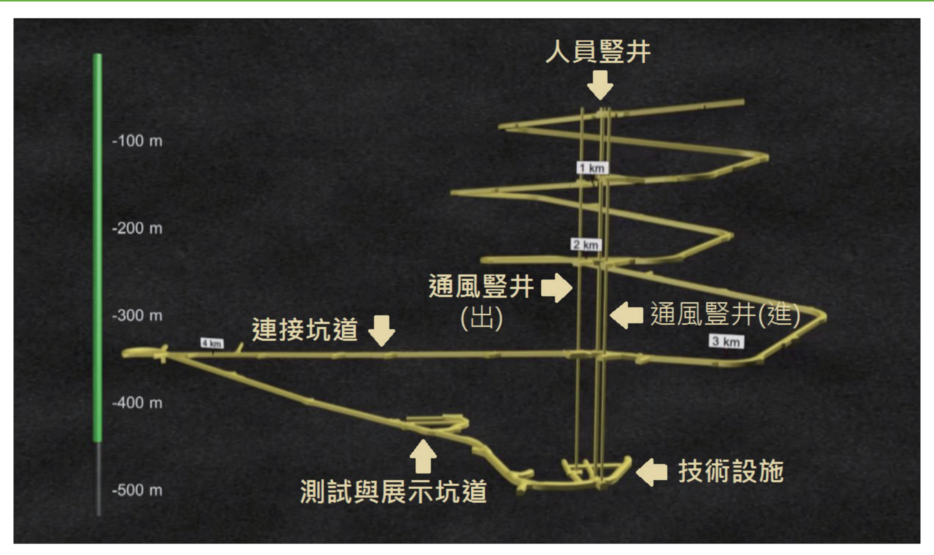
▲芬蘭 4 個最終處置場候選場址

昂克洛

為了再確認於地表鑽孔採樣得知的結果，在政府與議會均同意處置設施的建設後，泊西瓦公司即於 2004 年在歐基盧歐托開始「昂克洛（Onkalo）」地下實驗室與「地下岩石特性分析設施」的建造工程，以確認位於歐基盧歐托的母岩是否真的適合建造深層地質處置場。

Onkalo，在芬蘭語是「洞穴、隱藏之所」的意思，該建設的目的不單只為建立地下研究實驗室，昂克洛也是未來擴建深層地質處置場的主要幹道，為深層地質處置場的先導設施。泊西瓦公司期望能以昂克洛的實際執行成果，來提供處置場的最詳盡的資訊。

昂克洛的主要建設內容包含了隧道、研究設施以及 3 條豎井。泊西瓦公司已於 2011 年完成昂克洛所有開挖作業，總開挖土方量達 34 萬立方公尺，並於 437 公尺深的地方建立技術設施，進行處置相關技術的試驗與探查工作。



▲昂克洛 3D 示意圖（© Posiva Oy）

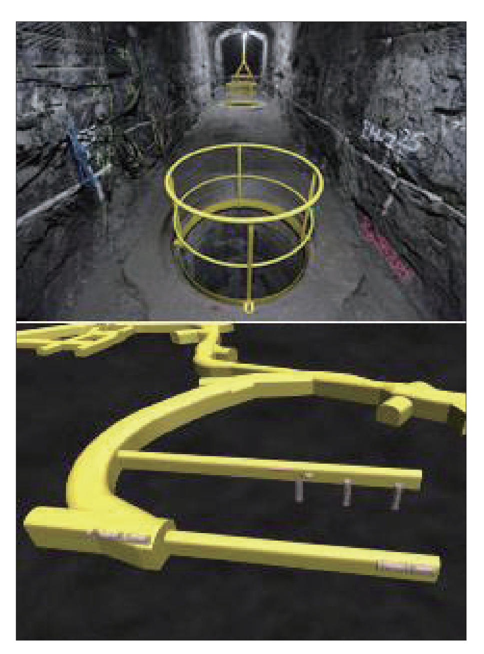
整條昂克洛隧道以鑽孔與爆破的方法來開鑿，隧道的深度達地下 455 公尺，長度則接近 5 公里。在開鑿隧道的時候，多個鑽孔採樣將會隨之一同進行，透過鑽孔採樣獲得的樣本，可準確得知開鑿隧道的過程中將面臨的岩石種類，在設置最終處置場的區域也將使用相同的方式來採樣，以研究不同的岩石特性與地下水的流動狀態等。隧道的寬、高度分別為 5.5 與 6.3 公尺，開鑿速度大約為每周 25 公尺，傾斜度為 1:10。

隧道與豎井的開鑿大略分為 4 個階段，每當隧道完成一個階段（即一圈）、深度約 100 公尺的開挖工作時則切換至豎井，如此輪流。豎井的建造使用昇井工法（Raise Boring）來進行，即先利用一個 30 公分寬的鑽孔至地表鑽入地底下隧道開挖處，再使用特殊的工具，以旋轉與提拉的方式自地底至地表，將原本 30 公分寬的鑽孔擴大，4.5 公尺寬的豎井開挖就完成了。昂克洛總共有 3 條豎井，其中 2 個為通風用，另外 1 個為人員運輸通道，深度均達地下 435 公尺。

昂克洛的開挖於 2010 年中到達設置處置場的深度——地下 420 公尺處，泊西瓦公司自那時即開始對該處周圍的岩石，進行鑽孔採樣與各種研究。多種地質的量測與地下水相關的研究都會透過鑽孔來進行，以了解該處地下水的化學成分與特性，以及岩床內部的裂縫或不連續面等。雖然歐基盧歐托的岩床完整，且岩石地質均勻度高，但仍不免會有上述的情況存在；為了確保處置容器的安全，處置孔的選擇必須經由各種詳細的



▲豎井的開挖先使用 30 公分寬的鑽孔鑽入地底隧道開挖處，再使用寬 4.5 公尺的特殊工具至地底將其往上拉出（© Posiva Oy）



▲深層地質處置技術會先於昂克洛的測試與展示坑道執行（© Posiva Oy）

調查與篩選，避開岩床內部的縫隙與不連續面。

因此，昂克洛的「測試與展示坑道」亦設於地下 420 公尺處，深層地質處置技術會先在此處小試水溫，之後再擴展至整個最終處置場。而「技術設施」則位於昂克洛更深處，該處為豎井的最底部，設有人事部門、停車場、維修設備與緊急救援設備等。

地表封裝廠與地下最終處置場

泊西瓦公司在去年 11 月獲得最終處置場建築執照後即開始處置場的工程，整座深層地質處置場除了昂克洛之外，還有一座位於地表的用過核燃料封裝廠。在用過核燃料自核電廠運送至該處、移入地下最終處置前，會先在封裝廠將用過核燃料自輸送容器中移出並風乾，再將其裝入處置容器中。

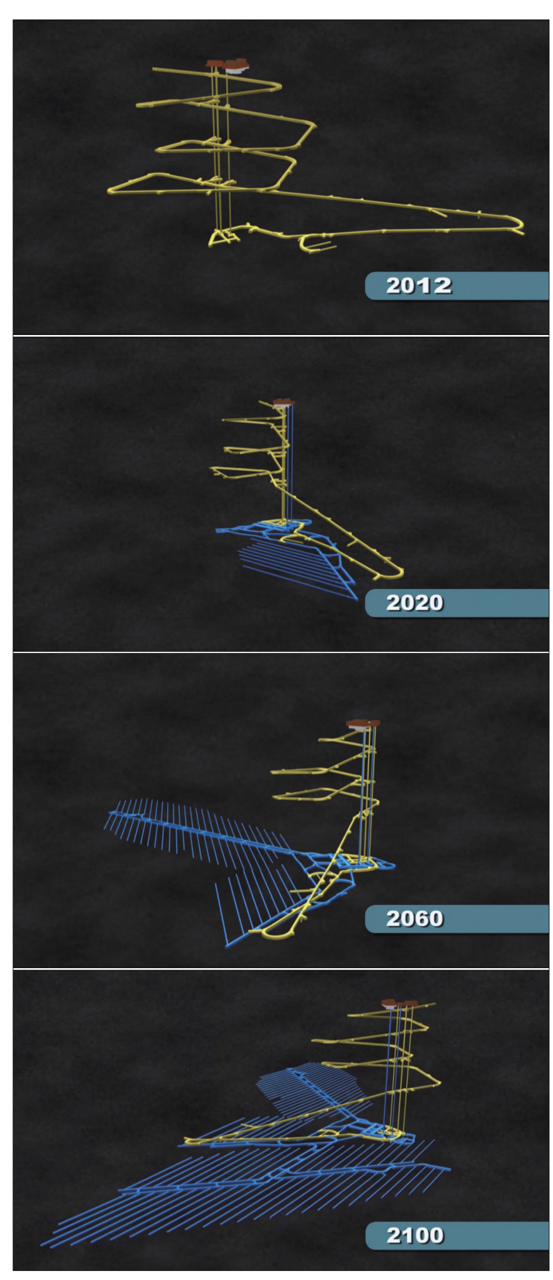
待所有燃料束完成轉移，處置容器將灌入氬氣並蓋上鋼製的內蓋，再將處置容器的外蓋蓋上，並使用電子束焊接的方式密封，以確保其密合度。完成密封後，處置容器會使用 x 光與超音波照射，再一次檢查焊接是否完整。

封裝廠的設立，是為了避免有害程度的放射性物質釋出至人類生活環境，即使封裝過程中受到干擾也不應有上述情況發生。處置容器在完成各種檢測過關後，將直接從封裝廠電梯下降至地下處置場坑道入口，再使用運輸車輛運送至 6-8 米深的處置窖，之後再將處置窖與隧道密封，作最終處置。

處置場坑道將自昂克洛的主要隧道延伸出去，再依照該處的岩石、水文特性來決定將開挖多少個處置窖。整個最終處置場將會劃分成 8 期來建造，因此在運轉期間的任何一個時間點，都會有將近一半的處置場是沒有密封上的狀態。把工程分成多期來建造的好處就是可以「邊做邊觀察」，在建造、運轉期間不斷的吸收新的數據與資訊，以利後期處置場的建設。



▲處置容器完成封裝後將搭乘電梯降至處置坑道入口，再以運輸車輛運送至處置窖，與膨潤土一同填入處置窖



▲歐基盧歐托深層地質處置場將分 8 期建造（© Posiva Oy）

KBS-3 深層地質處置概念

泊西瓦公司正在進行的最終處置計畫，是採用瑞典核燃料與廢棄物管理公司 SKB（Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.）所研發的「KBS-3 深層地質處置概念」，利用多重障壁與深層處置的原理，以天然形成的母岩作為屏障，加上外部包裝，將放射性物質層層包覆其中，徹底將用過核燃料與人類及動植物生長環境隔絕，即使未來地質構造有任何變化，也不會影響到其安全及獨立性。

所謂的多重障壁主要有 4 層，包含了燃料芯塊本身、廢棄物密封罐、膨潤土，以及岩床。現代反應爐廣泛採用耐高溫與腐蝕的氧化鈾陶瓷核燃料，而陶瓷型的核燃料芯塊自身即為首道屏障，在氣密式金屬燃料棒內的燃料芯塊為固體，在水中溶解速度緩慢，放射性物質釋放的速度也會因此而減緩。

第二層屏障為放置用過核燃料束的密封罐。這種氣密式密封罐是由銅質外殼與鑄鐵襯裡所組成的處置容器，耐腐蝕，亦可保護燃料元件免於由岩床內部所產生的機械應力所擠壓。泊西瓦公司表示，處置容器的材料、結構、生產方式以及密封的技術均通過嚴格檢測，確保該容器可在岩床內維持「防漏」的狀態長達至少 10 萬年的時間。

目前以芬蘭 4 座運轉中以及 1 座建設中反應爐來看，泊西瓦公司估計將需要近 2,800 個處置容器。但這 5 座反應爐使用的核燃料束大小卻不盡相同，洛維薩 1、2 號機的燃料束最小，歐基盧歐托 1、2 號機稍大，仍在建造中的 3 號機的燃料束則是最大，處置容器也因此必須依照 3 種不同大小的燃料束來製造，但寬度均統一是 1.05 公尺。

密封罐在完成用過核燃料的裝填後，即可移入岩床中的處置窖內，為了減少與地下水的接觸，以及確保岩床可承受各種潛在的



▲洛維薩 1、2 號機（左），歐基盧歐托 1、2 號機（中）以及 3 號機（右）的用過核燃料處置容器（© Posiva Oy）

震動，每個窖內都將填入膨潤土作為緩衝材料。膨潤土是一種天然的黏土，當接觸到水時會將水吸收而膨脹。換句話說，它也可隔絕水源流經膨潤土。因此，當處置容器外圍包覆膨潤土，可確保處置容器不會受處置窖周圍的水源影響，即使在處置容器洩漏的情況下，也可阻隔處置容器內的放射性物質釋出。此外，膨潤土還可保護處置容器不會因岩石的移動而受到磨損。岩床在移動時有可能會產生縫隙，而膨潤土可以迅速的將縫隙填滿。對水的傳導性極低，且在化學與物理力學長期的穩定性非常高，都是黏土的優點。

待處置容器與膨潤土安裝完成後，處置場的坑道將會使用塊狀以及丸狀膨潤土等黏土填充材料，在整個營運期間分期填滿。為了避免場內坑道及豎井在處置場封閉後成為地下水流動的路徑，所有的坑道與豎井都會使用填充材料回填，而這些填充材料還可預防處置容器外圍膨潤土的移動。此外，坑道的回填還可確保沒有人可以再進入處置場，這也表示，在處置場封閉後並不需要任何人為的監管。

處置窖外層的岩床則是多重障壁的最後



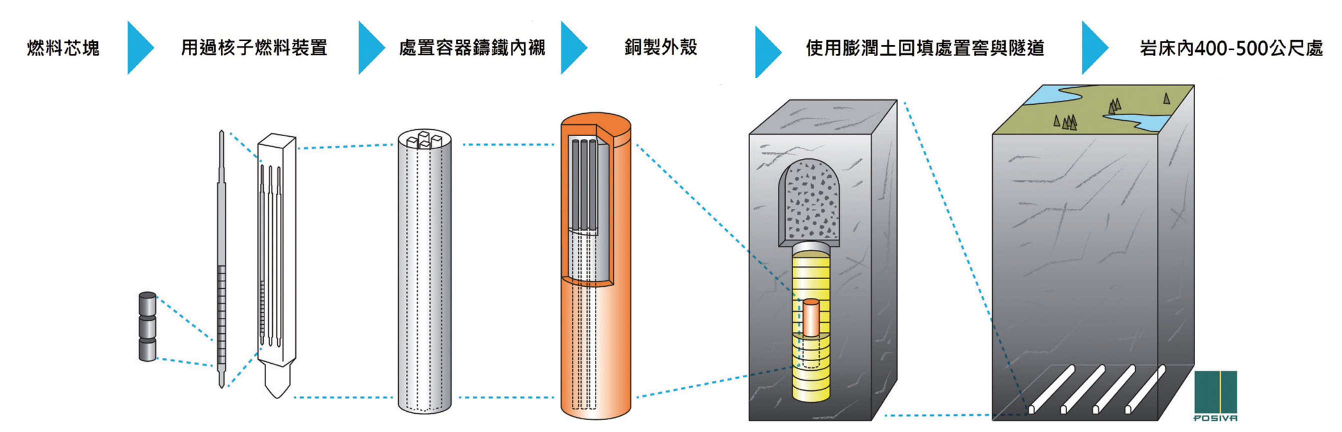
▲處置窖上方的坑道將使用黏土回填

一道屏障，為了將用過核燃料與人類生活環境完全隔絕，以及避免處置容器受到地表任何的變動所影響，例如進入冰河時期等，存放處置容器的窖將建於地下 400-450 公尺深的岩石當中。

依照長期安全的考量，場址在處置深度的地質必須是穩定的，且不應被大型的破碎帶切割，如此環境中的地質、水文以及地球化學才會是變化緩慢且可以預測的。在擁有合適性質與環境條件下，工程障壁力學與阻滯放射性核種的遷移都可維持更長久的時間。

位於歐基盧歐托的母岩，年齡約介於 18-19 億年之間，種類為花崗岩。根據泊西瓦公司所做的研究調查顯示，芬蘭的岩床穩定，內部有大規模遷移的可能性極小，在幾百公尺深處的地下水中並不帶有氧氣，且流動速度非常緩慢，這也是處置容器與用過核燃料不太會受腐蝕作用影響的原因。

另外，岩床也可有效阻擋自處置容器直接散發出來的輻射，2 米厚的岩石即可有效減弱輻射強度至自然水平。假設用過核燃料真的在無法預測的情況下接觸到地下水，大部分溶解出來的物質也只會留在周圍的膨潤土以及岩床內。但是，越深入至岩床內部，其中的壓力條件將使處置場的建設作業更為



▲芬蘭高放射性廢棄物深層地質處置場所採用的「KBS-3 深層地質處置概念」

困難，地下水中含有的鹽分也相對較高，有可能對膨潤土的作用產生不利影響。

目前泊西瓦公司決定以「垂直」的方式來存放處置容器，以及開鑿放置容器的處置窖，但泊西瓦公司亦與瑞典 SKB 合作，共同研究「水平」存放技術的開發。

泊西瓦公司

身為芬蘭最終處置專責機構的泊西瓦公司，是由芬蘭兩家核電營運廠商——工業能源公司（TVO）與富騰公司（Fortum）於 1995 年合資成立，負責執行用過核燃料最終處置計畫，其中 TVO 占 60% 的股份，富騰公司則占 40%（股份的分配約相當於兩家電力公司所擁有的核電廠與用過核燃料的數量比）。依法規定，各電力公司必須負責處理旗下核電廠所生產的高放廢棄物，範圍包含了整個高放處置場的研發、建設與營運。TVO 與富騰公司每年均需撥款至芬蘭工商部所設置的「放射性廢棄物營運基金」，業者也必須定期向身為監督者的勞動暨經濟部，提報放射性廢棄物的營運計畫與成本估計，以確保有足夠的資金來處理境內生產的放射性廢棄物。

結語

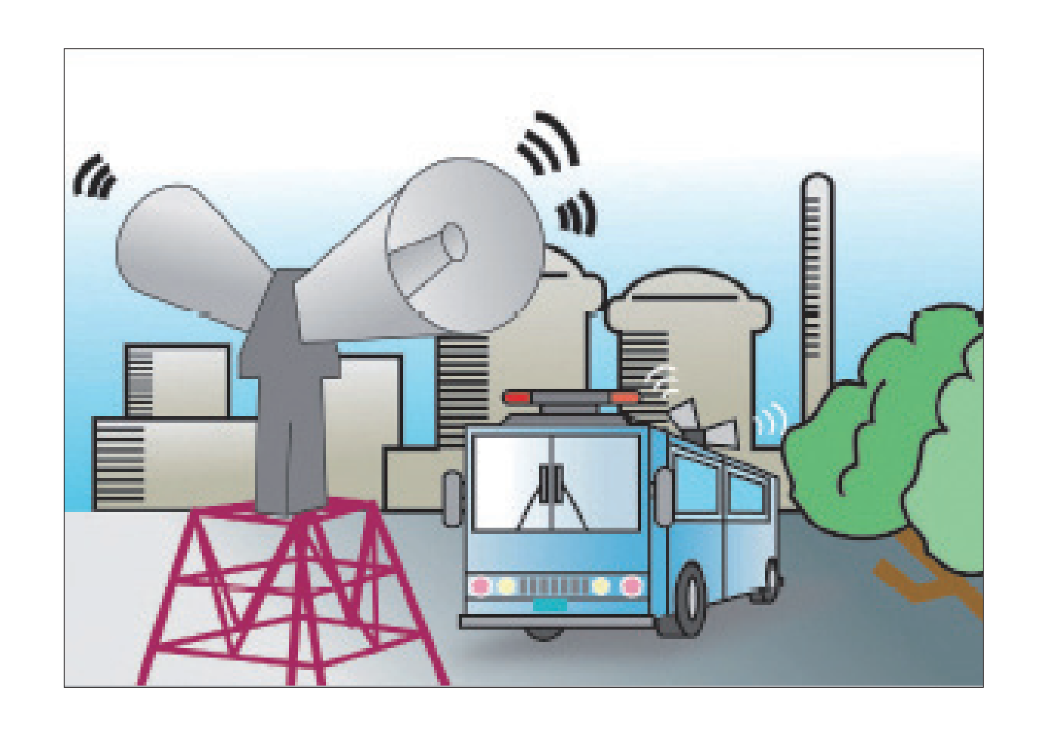
芬蘭已著手建造全球首座深層地質處置場，泊西瓦公司表示，國家組織架構與政策明確、技術發展成功、國際間合作頻繁、不間斷與民眾之間的溝通及信守承諾，以及健全的財務狀況（尤其是後端基金的穩定徵收）等，都是泊西瓦公司今日領先全球的主要原因。該座深層地質處置場將於 2020 年向管制機構提出運轉執照的申請，2022 年後正式開始營運。

資料來源：

1.World Nuclear Association, “Nuclear Power in Finland”, Updated June 2016
2.Posiva Oy, “Final Disposal,”
3.OECD-NEA, “Radioactive waste management programmes in OECD/NEA member countries – Finland”, 2016
4.Youtube, Posiva Oy, “Posiva ONKALO in English”, 24 January 2014
5. 台灣電力公司, “赴瑞典、芬蘭考察放射性廢棄物營運設施”, July 2014

核災應變之錦囊妙計

文‧編輯室



問一：核子事故時，預警系統是甚麼？一般民眾如何得知？又該如何應變？

答：

（一）平時在緊急應變計畫區內的各定點，政府已經設有核子事故民眾預警警報站，萬一發生核子事故時，政府會動員成立核子事故中央災害應變中心，並下令發放警報。

（二）核子事故警報聲響為響 1 秒停 1 秒，每段時間 180 秒，解除警報為 180 秒長音。此外，中央及地方災害應變中心也會利用各種方法，如：電視、收音機、區域簡訊發送、車輛巡迴廣播、漁業電台廣播等方式，適時通知民眾採取適當的防護措施。民眾只要充分配合政府指示，採行下列民眾防護措施，就可有效達到防護目的，確保安全。

（三）民眾防護措施包括：

1. 關緊門窗，進入室內掩蔽。
2. 配合政府指示，分階段疏散。
3. 依據政府指示服用碘片。
4. 避免飲用曝露於外的食物及飲水。
5. 曾在戶外停留，返家後宜淋浴以去除放射線塵粒。
6. 暫時停止學校及商業活動。
7. 配合軍警進行人員及車輛管制。

（四）聽到警報聲後請不要慌張，並保持接



碘片服用方法	
成人	130 毫克／每日 1 錠
孕婦和 3~12 歲	65 毫克／每日 1/2 錠
3 歲以下	32.5 毫克／每日 1/4 錠

受資訊管道的暢通，依政府指示採行掩蔽、疏散或服用碘片等行動。

問二：發生核子事故後一定要馬上疏散嗎？

答：

不一定。要看事故的嚴重程度，採行掩蔽或疏散的防護行動，並非立即疏散，請依照政府指示行動。

核子事故依其可能影響程度，分為緊急戒備事故、廠區緊急事故以及全面緊急事故等 3 類。若發生緊急戒備事故，核子事故中央災害應變中心會二級開設，若發生廠區緊急事故、全面緊急事故時，核子事故中央災害應變中心會一級開設，在考量事故發展及可能造成的劑量評估之後，判定採行民眾防護行動的時機。

民眾防護行動是指當核子事故發生或有發生的可能時，為減少輻射曝露，保障民眾生命、身體安全，所採行的掩蔽、服用碘片、疏散收容、食物及飲水管制、暫時移居、地區進出管制、污染清除、醫療救護等措施。

當核子事故惡化需要採行民眾防護行動時，政府將會視事故影響程度發布掩蔽、服用碘片或疏散等命令，請民眾不要慌張，依照政府指示行動。當政府下達掩蔽的命令時，就表示當下掩蔽的防護效果會比疏散來的有效。因此，並不是所有核子事故發生都需要立即疏散。

問三：什麼是掩蔽？掩蔽能達到怎麼樣的輻射防護效果？

答：

掩蔽是防止遭受輻射落塵或輻射體外曝露的一種防護措施，一般來說進入鋼筋混凝土建築物內可達到最佳輻射防護效果約 80%以上。

掩蔽是指藉由屏障（如房屋）來阻擋吸收游離輻射，減少人員在核子事故時受到輻射曝露的動作。

當政府指示採行掩蔽措施時，表示此時掩蔽將比疏散來的安全。收到掩蔽通知時，請依照下列指示行動：如果人在外面請進入鄰近建築，待在室內，關掉冷氣（外部循環），保持通訊設備暢通，聽從下一步的指示。

掩蔽的輻射防護效果受下列 2 種因素影響：

（一）房屋材質：房子是木造的，防護加馬射線效果為 10% -40%，若商業大樓等鋼筋混凝土，防護加馬射線效果為 80%或以上。

（二）氣體交換率，曝露期間也會有不同的影響，防護效果為 17% -97%。

化糖與 X 光

文‧編輯室

1895 年 12 月 22 日，德國維爾茨堡大學校長侖琴（Wilhelm Konrad Röntgen, 1845-1923）做了一個很有意義的實驗。這一天，他的夫人來到實驗室，侖琴讓她把手放在黑紙密封的照相底片上，然後用一種射線對準，照射了 15 分鐘。顯影後，底片上呈現出侖琴夫人的手骨像，手指上的結婚戒指也十分清晰可見，這成了一張有歷史意義的照片。夫人驚奇地問：「什麼射線有這麼大的魔力？」侖琴回：「無名射線」，夫人順口：「又是一個 x ！」此刻侖琴心頭一亮，接著他說道：「那叫它 x 射線吧！」



▲ 侖琴夫人手的 X 射線照片，攝於 1895 年 12 月

1895 年 12 月 28 日，侖琴公布了他的發現，立即震驚了全世界。他那生物骨骼的 x 射線照片，引起了人們驚恐的好奇心。幾天後，全世界的報紙都知道了這個重大發現。差不多有名望的物理學家都在重覆做這個實驗。在美國報導侖琴發現 x 射線的新聞之後 4 天，就有人用 x 射線發現了患者足部的子彈。於是，x 射線很快就被應用於醫學和冶金學，從而創立了 x 射線學。x 射線的發現，也為後來物理學的發展提供了一個有力的工具。

是運氣好嗎？

也許有人會說，侖琴的發現只是一種偶然機遇。但如果你瞭解了他的一生，就可知道這是他辛勤勞動的結果。這裏既凝聚著他多年奮鬥的心血，也包含著他與良師益友奧蓋斯德 ‧ 昆特（A. Kundt）教授的深厚友誼。

侖琴的父母原本希望他長大後做個水利工程師，但侖琴卻被許多物理現象所深深吸引，決心為之奮鬥終生。堅強的信念終於打動了父母，同意他到瑞士蘇黎世大學攻讀物理。

當時大學的一般物理課程並不能滿足這位如飢似渴的求知者的慾望，就在這時，德國烏茲堡（Würzburg）大學昆特教授的成就引起了他的強烈興趣。他決心登門求教，拜昆特為師。

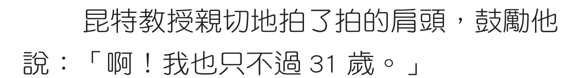
侖琴第一次會見昆特教授時說：「教授，您不會嫌我太年輕幼稚吧，我今年才 25 歲。」



▲ 倫琴的實驗室



▲ 不知危險的婦女居然在 X 射線暴露下表演化粧



昆特教授親切地拍了拍的肩頭，鼓勵他說：「啊！我也只不過 31 歲。」

就這樣，倫琴當了昆特教授的助手。在老師的悉心教育和熱情幫助下，倫琴成長得更快了。1885 年秋，倫琴突然接到昆特教授從烏茲堡大學寄來的信，說自己健康狀況惡化，希望他立即趕到烏茲堡接替他的職位。為了不負老師的重託，倫琴更加倍努力地工作著。

在烏茲堡的 10 年，是倫琴廢寢忘食、艱苦奮鬥的 10 年。他幾乎每天關在實驗室裏，探索光學的種種奧秘。10 年磨一劍，他終於發現了 x 射線。

謗隨譽至

發現 x 射線後，倫琴樂而忘返，一連數天待在實驗室裏。這件事卻引起了妻子的懷疑和不滿，要他說清楚遲遲不歸的原因。一向沉默內向的倫琴，這時更難於應付了。他只好把妻子帶到實驗室，讓她親自看看他遲遲不歸的原因何在。他還把一張用紙包好的照相底片放在妻子的手掌底下，為她拍了一張 x 光相片，就是這張歷史上最著名的相片，它照下了倫琴夫人的手骨結構和戒指。

妻子的疑慮打消了，不料他的發現在當時社會上卻又掀起了軒然大波。由於知識的侷限，人們對倫琴夫人的手骨照片進行了種種非難和攻擊，有的報紙駭人聽聞地警告女士們，今後穿什麼衣服都不安全。一些投機商乘機大做廣告，招徠顧客去買他們的「x 光保險服」。一位德國報紙的編輯看到自己頭部的 x 光照片後，竟害怕得徹夜難眠。美國新澤西州的一名議員竟揚言要制訂法律禁止使用 x 射線。

但在科學界，倫琴的發現引起了一種完全不同的狂熱—「x 射線熱」。當時，幾乎所有歐洲的實驗室都立即用克魯克斯管（Crookes tube）來進行試驗和拍照；數以百計的科學家一夜之間都變成了 x 射線的「專家」；報刊上 x 光照片也隨處可見。幾個星期後，醫學家就應用 x 射線準確地顯示了人體內骨折的位置，這在當時是一項多麼了不起的成就啊！

資料來源：

輻射軼聞，翁寶山編著，民國 95 年 11 月，核能資訊中心出版

切斷迷走神經，可能可以預防帕金森氏症的發生

文・編輯室



帕金森氏症是一種神經退化性疾病，每1,000人中就有1人受此病所苦。

丹麥奧胡斯大學與奧胡斯醫院發表的新研究發現，帕金森氏症可能起因於腸胃道的腸溶性嗜神經病原體，藉由迷走神經影響大腦。

研究人員將此研究結果發表於神經學年鑑（Annals of Neurology）上，研究中發現帕金森氏症的患者在發病前都有一些腸胃道的症狀——通常是多年的習慣性便祕，而這可能可以做為確診前的早期指標。

在追蹤15,000名因潰瘍而切斷迷走神經的患者，發現其中將胃迷走神經完全切斷的病患，在20年內罹患帕金森氏症者只有常人的一半，但只有將部分胃迷走神經切斷的患者，則罹患帕金森氏症的機率與常人無不同。胃迷走神經切除手術在1970-1995年是一種很普遍用來治療潰瘍的方法。研究人員表示，如果帕金森氏症真的起因於腸道，並藉由迷走神經來影響腦部，那麼如果進行了迷走神經切斷術，則應該能夠防止帕金森氏症的發展。

久坐會引起焦慮

最新的研究顯示，一天之中花太多的時



間坐著，會讓人感到焦慮。

研究人員表示，這不能直接證實久坐在電視機或電腦前會引起焦慮，但有趣的是，有焦慮傾向的人傾向久坐不動；花太多的時間坐著不動，對精神方面的健康狀況也是有可能造成不好的影響。但長時間坐著和焦慮之間的相關聯性，仍需要再深入的探討。

這項綜論性研究刊載於 BMC 公共衛生期刊（BMC Public Health）上。這項研究中綜合了 9 篇不同的國際研究期刊內容， 結果發現，這些觀察對象每天坐著的時間越長，焦慮的風險越高。

通常我們坐著的時候往往和用電腦、看電視、滑手機等脫不了關係，這樣子的狀況越頻繁，越是與焦慮症狀相關。

加拿大有一篇結合了 47 份研究的綜論研究，闡明了久坐和身體疾病的關聯性。研究發現每天長時間的坐著，其心臟疾病、糖尿病、癌症以及過早死的機率明顯增加。

因此，建議每天應該提醒自己多起身走走，或者站著、做做伸展運動。

「黃豆到底是好是壞」系列報導2

先前提到目前市面上的黃豆很多都可能是基因改造的，需要特別留心。但黃豆是個非常好的營養來源。

一顆完整的黃豆中含有一些重要的營養素，每 100 公克的成熟水煮黃豆中，含有大量的錳、硒、銅、鉀、磷、鎂、鐵、鈣、維生素 B6、葉酸、維生素 B1、維生素 B2 和維生素 K。同時含有 9 公克脂肪、10 公克碳水化合物（其中 6 公克是膳食纖維）、17 公克蛋白質，共提供 173 大卡。

但黃豆中含有肌醇六磷酸，它會將鐵及鈣固結在腸道中，使這些礦物質難以吸收，不過肌醇六磷酸也發現能夠幫助抑制結腸癌的發生。

大豆蛋白是植物來源的優質蛋白質，但是仍不是完全蛋白，無法完全提供人體所必需的必需胺基酸，不過雖然黃豆中缺乏必需胺基酸之一的甲硫胺酸，但如果同時攝取穀類或者堅果種子類，就能達到互補成完全蛋白的效果。

黃豆與其他大部分的食物一樣，所含有的脂肪酸多為 ω-6 脂肪酸。因此建議在飲食中仍應補充含有 ω-3 的脂肪酸，如魚油、亞麻籽油、奇亞籽等，以平衡體內的發炎與凝血機制。

非常重要的一點是，無論是何種食物，都要儘量攝取它的原食物型態，黃豆的營養成分一定優於黃豆的衍生產品（如大豆蛋白、大豆油）。

（以上健康資訊由喜悅健康診所提供）



德國要削減氣候保護目標

文・編輯室

根據路透社在 6 月 29 日看到的一份德國環境部的最新草案，德國已經放棄了之前承諾的氣候保護計畫，包括逐步淘汰燃煤發電以及各部門減碳目標的時間表。

根據 5 月洩露的版本，是建議德國在 2050 年之前應逐步淘汰燃煤發電，有助於實現柏林減碳目標的一部分。

但是在經濟部和能源部協商後出現了修訂過的這份新版本，能源、工業、交通和農業部門都刪掉了原來規劃要減少的二氧化碳排放目標。

德國原本規劃的減碳目標是在 2050 年時，要比 1990 年時的排碳量減少 95%[1]。這份草案將會變成德國政府的國家氣候行動計畫，並制定出該如何減少化石燃料的比例。

最初的提議遭到工會、產煤地區和企業集團的強烈反對，他們表示這份計畫將會傷害到工業與工作機會。

有名的民間環保組織「看守德國」的政策研究室主任巴爾斯（Christoph Bals）批評這項轉變。巴爾斯表示，在巴黎氣候高峰會議成功結束後的 7 個月，德國政府居然對化石燃料行業的利益投降，這份計畫通過後將減少現代能源經濟轉型的機會。

根據這份文件，對汽油、天然氣以及用來取暖的燃油要額外徵收環保稅的建議也會廢除。然而，這份文件還提到另一個跟環保稅改革有關的計畫，德國本來考慮引進歐洲的最低碳稅，但這部分也已經從這份文件中剔除。



▲ 蒸汽不斷地從德國西北部一座燃煤電廠的冷卻塔冒出，這座燃煤電廠屬於歐洲最大的電力供應商之一的萊茵集團（圖片來源：路透社，2016.03.03）

這份草案目前已經在總理府內，不過仍需要其他部委的蓋章同意。預計這份草案將在 9 月時會在內閣引起強烈地辯論。

註 1：路透社報導原文中是寫減少 95%，但是德國政府公開的計畫是減少 80%。

資料來源：

路透社報導（2016.06.29）

http://www.reuters.com/article/us-germany-environment-idUSKCN0ZF1MM

NEA 署長指出今後使用核能將面臨的挑戰

文 · 編輯室

經濟合作暨發展組織核能署（OECD-NEA）署長麥格伍德（William D. Magwood,IV），於今（2016）年中在 NEA 巴黎總部舉辦的一場會議中，提到了一些將阻礙核電前景的問題，包含了電力自由市場帶來的影響，天然氣在全球努力遏制二氧化碳排放背景下的角色定位，以及外界對於建造核電廠成本的誤解等。

麥格伍德自 2014 年 9 月開始在 NEA 擔任署長，2010 年被任命為美國核管會（NRC）委員，在那之前還任職過美國能源局局長，在國際技術合作方面是大家公認有力的推行者，亦擔任過國際間多個論壇與委員會的主席。

麥格伍德在這場主題為「21 世紀核能的角色：迎向融資帶來的挑戰」的演講中說到：「我的生活並不會因為現在有很多或是很少核電廠正在建造而受到影響，我覺得重要的是我們能否能看見這個能源選擇的存在，但我也看到了不少阻礙。

今天的我已經準備好要在這裡宣布，現今的市場已經被打破了；我們的市場沒有辦法運轉，不做他們應該做的事情。而現在正是我們需要認清現實的時候，大型電力公司正面臨著虧損的情況，甚至瀕臨破產。當你在很多市場上看到大多數需要建造的東西，都是在受政府資助的情況下才建造時，這問題就很嚴重了。



興建一座核電廠需要做出很多決定，這些決定不能在不符合市場的情況下做出。在你想要替當下的情況做出補救、考慮給予基載電廠哪些補助、我們可以賦予核電廠什麼之前，都必須考慮到每個國家所擁有的市場，以及這些市場是否正常地在運作。

我們應該要用『有邏輯的方式』來因應氣候的變遷，這不是因為政府制定政策了所以要支付碳稅這麼簡單的事情，試著去扭轉市場的方向，總會有無法預測的結果出現，而我們也已經看到，現在全球幾乎都將減緩氣候變遷的焦點聚集在推行再生能源上，但在某些地方的二氧化碳排放量卻仍是上升的。

至於『建造一座核電廠要多少錢？』，從某種程度來看這個問題其實有點愚蠢，因為電廠有分不同的種類、大小以及供應商。

核電廠建造成本的數字會這麼『大』，是因為建造反應爐以外的成本常一併被混入計算，甚至也將基礎設備的成本與輸電資產也一同算入。因 311 福島事故，為了提高核能安全而造成的『核電成本上升』，其實被外界過度誇大，福島事故之後大部分國家採取的改善措施僅占建造核電廠費用極小的部份。當我還在美國核管會任職的時候，我們總結出 AP-1000 反應爐其實沒有什麼需要改善的地方，原先的設計就已經將大部分所考量到的地方都準確的實現了。

話雖如此，但最近我們面臨到的問題不僅僅在市場方面，價格低廉的天然氣的出現，看起來在短期內應該不會消失。如果不徵收碳稅，代表核電將無法在每個國家的市場都生存下來，而這時候就必須得做出選擇了：『你要不要為氣候變遷做點什麼？』要的話就一定要徵收碳稅，不是每噸收幾塊美金或歐元這種，是要可以造成影響程度的碳稅。

所以，建造一座電廠到底要花多少錢？要花很多錢，但如果你以一個可以生產 60 年電力的資產來看，就不是這麼一回事了。我們也不能將所有的電廠都混為一談，例如芬蘭的歐基盧歐托 3 號機組就是一個特例，現今多數的建造計畫都是在預定的時間、耗資範圍內完成。」

不斷改變的環境

麥格伍德也在這次會議的開場致詞中提到：「自從大部分當代核電廠建好以及開始運轉時，建造計畫的履行、運輸供應鏈，還有財務狀況等，全部都徹底的改變了。

存在於許多國家的舊式大型核電廠的融資方式，在面臨解除管制的關係開始慢慢消失；電力的供應也一起跟著改變，使用低價



格與成本的電力來源，冒失地進入市場。

同時，供應商與建造商的名單也在上個 10 年間起了很大的變化，新崛起的供應商擁有多款進步型反應爐的設計，並且非常積極的在推廣；小型模組反應爐與四代反應爐技術則引起了更高的興趣，似乎我們今日在使用的核能發電技術也將改變。還有，去年共 195 個國家一同簽署了一份減少碳排放來抑制全球暖化的協議，這個結果也是自 50 年前開始設立核電廠以來，首次在全球核電技術市場中見到。

如此的改變能帶來很好的機會，但同時也會帶來很大的不確定性，像是融資方面的困難等。建設核電廠的花費介於 60-120 億歐元（約 2,100-4,200 億新台幣）之間，且都需要至少 10 年以上的時間來建設，可說是世上最複雜的建設工程之一，這些原因都導致核電廠會在融資方面面臨不少困難。」

資料來源：

http://www.world-nuclear-news.org/NP-NEA-head-highlights-challenges-facing-nuclear-power-110501.html

2015年中廣核集團接待25萬參觀人潮

文‧編輯室

屬於全球最大核電建造廠商之一，同時也是中國最大的核電營運廠商的中國廣核集團（以下簡稱中廣核），在今（2016）年6月底發布的「2015年社會責任報告」中顯示，截至2015年底，中廣核的總資產超過4,300億人民幣（約2.1兆新台幣），並有14座運轉中的核電機組，裝置容量共1,492萬瓩；建造中機組則有13座，總裝置容量共1,564萬瓩。

目前中國運轉中核電廠的裝置容量中，中廣核占了其中近6成，是全中國最大的核電營運廠商；建造中核電廠的裝置容量則占了超過5成，占全球建造中核電廠裝置容量的1/5，躋身全國最大核電建造商。此外，中廣核旗下的核電機組的運轉業績良好，超過6成5機組的世界核能發電協會（WANO）指標落在世界前1/10的水平，新機組則有超過7成進入世界前1/4。

去年，中廣核秉持「開放、透明」的理念，持續展開與民眾溝通、科普宣傳等活動。除了不斷提升企業營運的透明度，更盡力普及潔淨能源的科普知識，讓更多民眾認識、了解潔淨能源。根據這份社會責任報告顯示，中廣核9座科普展示館在去年全年接待參觀民眾高達25萬餘人，核電相關的科普課程在全中國9大核電基地近70所學校實施，覆蓋學生數量超過1.5萬人。

在國際市場上，中廣核通過資產併購與自主開發等方式，至韓國、澳洲、美國、納米比亞、新加坡等國家拓展業務，目前正向英國與羅馬尼亞出口核電機組。在中國力推核電「走出去」的情況下，中廣核於去年成功推開老牌核電強國──英國的大門，在去年10月底與法國電力公司（EDF）正式簽訂英國新建核電機組投資協議，按照「先參後控」的策略，將控股建設布拉德韋爾B（Bradwell）電廠，並採用中國自主三代核電技術「華龍一號」，實現「中國製造」到「中國創造」。在英國建設核電廠是中國核電走出去的一個里程碑，同時也代表「華龍一號」技術已獲得歐洲先進國家的認可。

除了核電相關業務之外，中廣核在去年11月收購馬來西亞、孟加拉等5個國家，共13個潔淨能源項目，逐漸形成了「一帶一路」沿線國家的策略布局。另外，中廣核在中國的潔淨能源市場也沒有缺席，去年中廣核潔淨能源的併網電量高達1,079億度，等於省下了3,463萬噸煤的消耗量，減少8,511萬噸的二氧化碳排放，減排效應相當於種植24萬公頃的森林，面積可覆蓋整個深圳，相當可觀。

資料來源：http://np.chinapower.com.cn/201606/28/0051564.html

韓國著手建立高放射性廢棄物最終處置場

文・編輯室

韓國的產業通商資源部（MOTIE）於今（2016）年5月底公布，韓國將在2028年完成高放射性廢棄物（即用過核燃料）最終處置場選址作業，並於2053年完成處置場的工程。韓國產業通商資源部能源局高層崔熙邦（音譯）在新聞發布會時表示：「考慮到現今國內各核電廠內的中期貯存設施均已接近飽和狀態，越晚建造高放廢棄物最終處置場，將會越拖累下幾代的人民。」

韓國目前有24座機組運轉中，每年將產生超過700噸的用過核燃料，根據產業通商資源部的資料顯示，慶州月城核電廠內的中期貯存設施預計2019年達到飽和狀態，將成為韓國首座達到用過核燃料飽和的核電廠。因為受限於1973年與美國簽署的協議，韓國無法對用過核燃料進行再處理，因此，除了建造最終處置廠之外並沒有其他的選擇。政府自1983年即開始積極尋找適合建造高放處置場的地點，卻因當地居民抗議，9次選址均以失敗收場，韓國政府表示國內各中期貯存設施的空間正逐漸歸零。

為了降低公眾對選址的反對意識，產業通商資源部將公開各個符合地質條件場址的選址過程，更將在明年成立獨立委員會來擔任主導的角色，國會已經通過今年後半年的相關規畫藍圖，因外部條件不斷地在變化，產業通商資源部決定將每5年更新一次。該藍圖主要是由2013年成立的獨立諮詢小組——公共諮詢委員會，所提出的建議來規劃。產業通商資源部也將於6月舉行公聽會，並於7月舉辦有關單位之間的會議，這次會議將由韓國國務總理主持。

根據產業通商資源部表示，政府將需要近8年的時間來選擇場址以及與民眾溝通並協商條件，另需4年來調查與研究場址的地質特性。2013年時預估的費用為53兆韓元（約1.5兆新台幣），但根據政府相關人士表示，預估的花費至今年將可能提高至63兆韓元（約1.8兆新台幣）。

註：韓國9次的處置場選址均是供所有的放射性廢棄物之用，在第9次選址失敗後，政府才同意將用過核燃料貯存場以及中低放射性廢棄物最終處置場分開設置，並在2005年獲民眾公投選出「慶州」作為中低放最終處置場場址。

資料來源：
http://www.neimagazine.com/news/newssouth-korea-looks-to-build-used-fuel-store-4907688

核能新聞

文・編輯室

國外新聞

德國有可能在2040年完成境內所有核電廠除役作業

歐洲意昂集團核電分公司（E. ON Kernkraft）除役與處置部門的主管格哈德斯（Erich Gerhards），在德國漢堡舉行的會議上表示，德國在 2040 年完成核電廠除役與廠房的拆除是有可能的。在核電廠停止運轉後，後期的過渡階段與核燃料的移出將需要 3-5 年的時間，機組的拆除需要的時間介於 10-15 年之間，最後的廠房拆除則需要 2 年才可完成。格哈德斯說，除役與處置在德國是「已經解決」的問題，但最終處置場卻仍懸而未決。

格哈德斯指出，一些像是「用過核燃料的移除」與「是否能取得一般廢棄物場址（conventional waste sites）」等難題，在短時間內都會變得非常關鍵，也必須做出及時的行動；為了在除役與處置方面作出有效的貢獻，德國應要確認位在下薩克森州（Lower Saxony）的康拉德（Schacht Konrad）中、低放射性廢棄物處置場預定地，是否能在 2023 年之前完工並開始營運。格哈德斯也補充，而每座核電廠移除用過核燃料、拆卸機組、管理廢棄物與建立中期貯存設施所需的費用，估計將達 10 億歐元（約 350 億新台幣）。

另外，意昂集團也在最近授予法國亞瑞華公司一份位於德國中部的格拉芬賴因費爾德（Grafenrheinfeld）核電廠的除汙合約，這座只擁有一組 127.5 萬瓩壓水式反應爐的核電廠，因為德國的「逐步淘汰核電」政策，於去（2015）年 6 月關閉。該座電廠的除汙計畫預計在今年底完成，將大幅降低電廠內反應爐壓力槽、輔助系統與管道系統的放射性水平。

Nuclear Engineering International, 05/13/2016

瑞典將廢除核電徵稅

瑞典國會於今（2016）年 6 月中通過，在未來兩年內將取消對核電徵收稅金，並批准 10 座反應爐的建造計畫，以取代現有老舊核電廠。國會強調，雖然瑞典期望能在 2040 年時擁有 100% 再生能源發電的發電系統，但 2040 僅是一個「目標」，並「不」代表瑞典將於 2040 年後廢核。

瑞典自 1984 年起即開始對核電徵收生產稅，於 2000 年改為以核電裝置容量來徵收，且該項稅賦一直逐步在增加，瑞典瓦騰福（Vattenfall）電力公司於今年 2 月時表示，該稅賦已將其核電營運費用提升至 1 瓩 32 歐爾（約 1.15 新台幣），但每瓩核電帶來的收益卻僅有 22 歐爾（約 0.8 新台幣）。因此瑞典電力公司一直希望能通過法院決來廢除該稅賦，但歐盟最高法院卻在去年 10 月判定瑞典應繼續徵收，原因為有關稅賦的

議題應由各國政府來決定，而不是歐盟委員會。

瓦騰福電力公司執行長霍爾（Magnus Hall）對瑞典國會通過廢除該稅的決定表示歡迎，並提到這個決定給予了電力公司對未來經營所需要的可預見性，因為廢除核電徵稅，可說是該公司對自上個世紀就投入運轉的核電機組實行「現代化」的改良，來實現長期運轉的先決條件。目前該公司已對福斯馬克（Forsmark）與林卡爾斯（Ringhals）兩座電廠、共 4 座機組實行改良，以延長運轉壽命。但如果要維持運轉壽命至 2020 年後，這兩座核電廠則需滿足更嚴格的安全要求。因此，繼續的徵收核電稅賦，將導致電廠的升級改良計畫在經濟上無法實現，而霍爾也補充，因為電價低廉，即便取消了徵稅，核電廠能否盈利仍面臨著挑戰。

World Nuclear News, 06/10/2016

美國近20年來首座新建機組達到臨界

位於美國田納西州，由田納西流域管理局（TVA）負責營運的瓦茲巴核電廠 2 號機組，在今（2016）年 5 月底首次達到臨界。該座 116.5 萬瓩的壓水式反應爐為美國在 21 世紀首座達到臨界的核電機組，上一座達到臨界的核電機組為 1996 年投入商轉的瓦茲巴 1 號機。

瓦茲巴 2 號機的建設工程始於 1972 年，但工程卻在 1985 年暫停，當時已完成超過一半的建設，田納西流域管理局在 2007 年決定恢復該座機組的建設工程，並將該座機組剩下所有的規劃、採購與建設工程外包給美國知名建設公司貝泰（Bechtel）。美國核管會（NRC）在福島事故後要求瓦茲巴 2 號機加強安全措施，相關的改善工程包含了建立一座可抵禦受地震、洪水以及其他事故影響的設備貯存廠房，以存放柴油發電機與泵，以及其他在電廠斷電的情況下仍可確保反應爐爐心冷卻所需要的設備。

瓦茲巴 2 號機在去年 10 月獲核管會頒發運轉執照，並於同年 12 月完成燃料裝填，將在未來數周以低功率持續運轉一段時間，之後再逐漸提高功率，直到正式投入商轉。

Nuclear Engineering International, 05/30/2016

美國賓州桃子谷核電廠申請延役20年

美國愛賽龍公共事業公司（Exelon Corporation）於近期公開聲明，將替位於賓州的桃子谷核電廠 2 座反應爐申請延役 20 年，愛賽龍表示會在未來幾周內告知核管會（NRC），並於 2018 年提出正式申請，預計可在 2020 或 2021 年得知結果。

桃子谷 2、3 號機均從 1974 年開始運轉（1 號機已停役），分別可運轉至 2033 以及 2034 年，如果獲准延役則可運轉至 2053 以及 2054 年，運轉壽命將達 80 年。但愛賽龍在聲明中提到，申請運轉執照更新需要數年的時間，還必須通過多項安全與運轉檢測，以及民眾質詢等考驗。

根據美國於 1954 年修正的《原子能法》，核管會可頒發為期 40 年的運轉執照給首次申請運轉的核電廠。而這 40 年的年限，是以反應爐成本可分期償還的時間來制定的，並不是依照反應爐的壽命；因此法規規定，年限過後反應爐如能繼續安全地運

轉，核管會可將反應爐的運轉年限額外再延長 20 年，且法規對延長的次數並無限制。核管會目前批准延役的反應爐已有 81 座（美國總共有 99 座反應爐），且目前仍有 12 座在審核過程當中。

Nuclear Engineering International, 06/22/2016

韓國將再建2座反應爐

韓國核能安全委員會（NSSC）於今（2016）年 6 月底，批准了新古里核電廠 2 座反應爐的建造計畫，韓國水力核能電力公司（KHNP）將在位於韓國東南部沿岸（釜山）的新古里核電廠，開始新古里 5、6 號機組的建造工程。此次為韓國核安委員會將近 5 年來首次核准新建核電廠計畫，加上這 2 座機組後，韓國境內的反應爐數量將達到 30 座。KHNP 表示會盡快開始新古里 5、6 號機組的施工工程，期望能分別在 2021 及 2022 年完工。韓國目前共有 23 座機組投入商轉，提供韓國約 3 成的電力來源。

根據 KHNP 表示，型號同樣屬 APR-1400 壓水式反應爐的新古里 5、6 號機組，運轉壽命可達 60 年，成本大約為 8.6 兆元韓幣（約 2,400 億新台幣），KHNP 於 2012 年 9 月提出申請，並在 2014 年 1 月獲得建設執照，去年 6 月由三星物產（Samsung C&T）、斗山重工業、韓華建設等韓國大型企業，聯合簽屬該份價值 11.8 兆韓元（約 3,300 億新台幣）的合約，將分別於今年 9 月與明年開始新古里 5、6 號機組的建設工程。

新古里核電廠目前有 1、2 號兩座 OPR-1000 機組在運轉中，分別自 2011 及 2012 年開始，而已經完工、原先預計將在 2013 年與 2014 年開始運轉的 3、4 號機，卻因為需要更換零件而遭到延後。3 號機於去年 12 月達到臨界，於今年 1 月開始併網發電，4 號機則預計於明年初開始加入運轉行列。

除了新古里電廠將新建反應爐之外，新蔚珍電廠目前還未完工的 1、2 號機組，也將於明年 4 月與 2018 年 2 月開始運轉，新蔚珍還完成了另外 2 座機組的建設規劃，將擇期動工。至於韓國最古老的反應爐古里 1 號機組，也將於明年結束其運轉生涯。古里 1 號機自 1978 年即開始運轉，並在整修後獲准延役 10 年至 2017 年。

Nuclear Engineering International, 06/27/2016

中國防城港電廠2號機聯網發電

位於中國廣西的防城港電廠 2 號機組於今（2016）年 7 月中開始併網發電，代表著中國西部的核電廠第一期建設將接近完工的狀態，防城港核電廠的第一期工程是由中國中廣核集團以及廣西投資集團共同出資建設，為中國西部首座核電廠，於 2010 年 7 月獲准開始興建。

防城港第一期建設由 2 部機組組成，均採用中廣核集團自主設計的改良型壓水式反應爐 CPR-1000，1 號機已自今年 1 月 1 日開始商轉。在 2 號機聯網發電後會先進入試運轉階段，在通過相關檢測後才可正式投入商轉。

根據中廣核集團估計，第一期建設工程完工後，每年可為廣西北部灣經濟區提供 150 億度安全、乾淨、符合經濟效益的電力；與相同規模的燃煤電廠相比，每年可減少 482 萬噸的燃煤消耗、1,186 萬噸的二氧化碳排放、19 萬噸的二氧化硫與氮氧化物，也相當於增加了 3.25 萬公頃的森林。

此外，屬於防城港的第二期建設的 3 號機將採用中國自產的「華龍一號」，建造工程已於去年底開始。

廣西日報, 07/20/2016

國內新聞

105年核安演習將於核三廠舉行

105 年核安第 22 號演習將於 9 月 12-14 日於屏東縣核三廠及鄰近地區舉行。

原能會表示，為汲取福島事故的經驗及檢視核電廠安全防護總體檢改善方案，這次演練除驗證核三廠新增各項設備與程序外，也希望透過民眾親自參與，以驗證屏東縣核災應變程序，務實檢討各項防護行動，確保民眾安全。

這次演習是繼 102 年後再次回到核三廠地區舉行，在這 3 年期間包括中央及地方政府、台電公司都做了許多的改善措施，例如法規修訂、屏東縣區域民眾防護應變計畫的修正、核三廠內部安全設施與設備的強化、擴增民眾預警系統警報站及即時環境輻射偵測站等。藉由此次演習將檢視各編組人員是否熟稔相關作業流程，也讓民眾進一步瞭解事故發生時該怎麼辦。

原能會表示，演習也是溝通與訓練的一環，本次演習分 3 天進行，其中開放民眾報名 9 月 13 日的防護演練，演練項目包含當天聽到警報聲後進入居家掩蔽接收事故訊息、防護站輻射偵檢與除污作業、收容所安置規劃作業等，希望恆春鎮及滿州鄉的居民將關心核安轉為實際參與，使民眾防護準備更完善。演習前原能會與屏東縣政府將安排時間向民眾說明演練規劃與注意事項。

2016/07/15，本刊訊

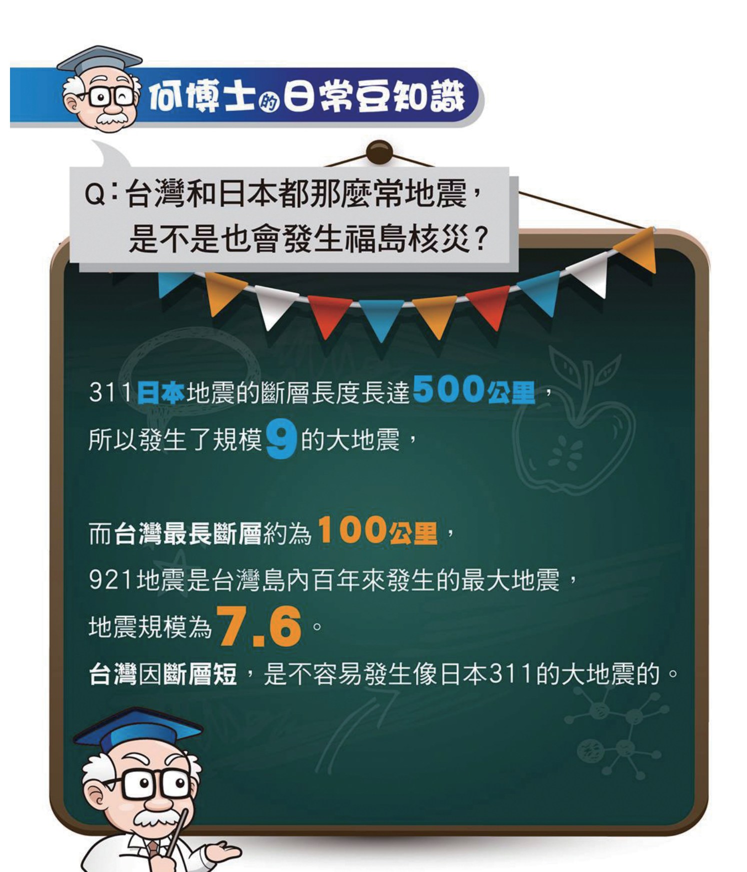
台電撤回核一廠延役申請案

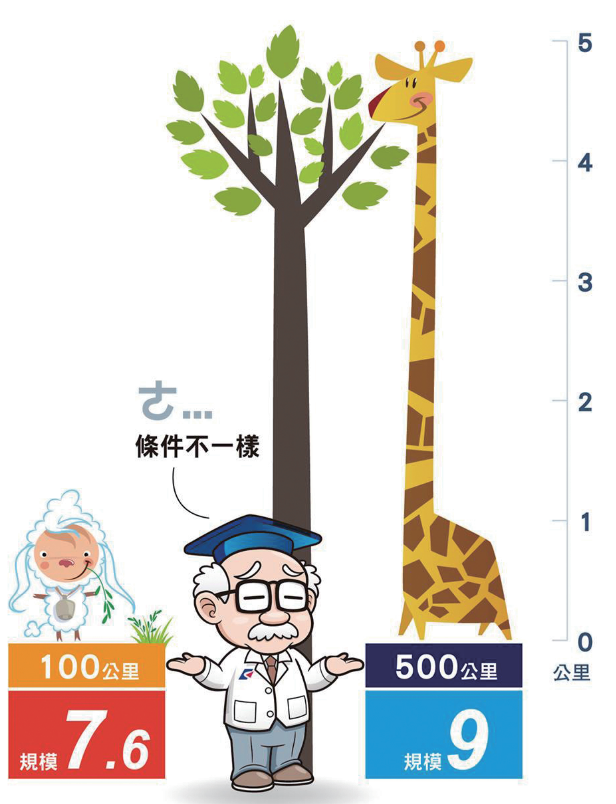
105 年 7 月 7 日原子能委員會接獲台電公司撤回核一廠延役申請案，請原能會停止審查作業。

台電公司於 98 年 7 月 27 日依「核子反應器設施管制法」及「核子反應器設施運轉執照申請審核辦法」規定，向原能會申請延長核一廠運轉執照有效期限至 60 年。

據瞭解，台電是奉經濟部指示撤回延役申請案。原能會亦自該日起終止審查本案。

2016/07/14，本刊訊





台灣和日本的地理條件是不一樣的，請不要過度恐慌。

何博士的日常豆知識

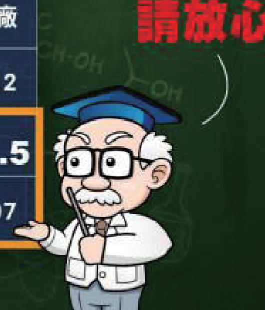
Q：地震有時會引發海嘯，
會不會危及核電廠安全？

日本福島一廠發生核災的 **原因之一**，
是海嘯高度（15公尺）**超過廠址高度**（10公尺），
而引發後續一連串意外事件。
台灣所有核電廠，廠址高度都高於可能發生的海嘯，
在日本福島地震後，又**增設防海嘯牆**，更不易遭受海嘯襲擊。



單位：公尺

	核一廠	核二廠	核三廠	核四廠
廠址設計高度	11.2	12	15	12
規劃建置防海嘯牆後高度	17	17	19	14.5
依歷史資料評估最大海嘯高度	10.73	10.28	12.03	8.07



海嘯雖可怕，但我們已做好防護措施，請民眾放心。